3 1761 11649289 3

Government
Publications

Government
Publications


Digitized by the Internet Archive
in 2023 with funding from
University of Toronto

https://archive.org/details/31761116492893

HOUSE OF COMMONS

Issue No. 28

Wednesday, November 19, 1980

Chairman: Mr. T. H. Lefebvre

CHAMBRE DES COMMUNES

Fascicule nº 28

Le mercredi 19 novembre 1980

Président: M. T. H. Lefebvre

Minutes of Proceedings and Evidence of the Special Committee on

Alternative Energy and Oil Substitution

Procès-verbaux et témoignages du Comité spécial de l'

Énergie de remplacement du pétrole

LEGISLATIVE LIBRARY

RESPECTING:

Study on alternative energy and oil substitution

CONCERNANT:

Étude de l'énergie de remplacement du pétrole

LIBRARY
JAN 30 1981

WITNESSES:

(See back cover)

TÉMOINS:

(Voir à l'endos)

First Session of the
Thirty-second Parliament, 1980

Première session de la
trente-deuxième législature, 1980

27789—1

SPECIAL COMMITTEE ON ALTERNATIVE ENERGY AND OIL SUBSTITUTION

Chairman: Mr. T. H. Lefebvre

Messrs.

Corbett
Gurbin
MacBain

COMITÉ SPÉCIAL DE L'ÉNERGIE DE REMPLACEMENT DU PÉTROLE

Président: M. T. H. Lefebvre

Messieurs

McCauley
Portelance
Rose

(Quorum 4)

Le greffier du Comité

J. M. Robert Normand

Clerk of the Committee

LIBRARY
NOV
12
1983
OF TORONTO

Published under authority of the Speaker of the House of Commons by the Queen's Printer for Canada

Available from the Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

Publié en conformité de l'autorité de l'Orateur de la Chambre des communes par l'Imprimeur de la Reine pour le Canada

En vente: Centre d'édition du gouvernement du Canada, Approvisionnements et Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

MINUTES OF PROCEEDINGS

WEDNESDAY, NOVEMBER 19, 1980
(39)

[*Text*]

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met at 3:40 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley and Portelance.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

Witnesses: From Canadian Solar Industries Association Inc.: Mr. Adrian J. Gatrill, Executive Director; Mr. Richard Davies, Chairman; Mr. James Ramsden, Treasurer. *From Canadian Energy Development Systems International:* Mr. David A. Henry, President.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

Mr. Gatrill and Mr. Henry made opening statements.

The witnesses answered questions.

At 5:35 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

PROCÈS-VERBAL

LE MERCREDI 19 NOVEMBRE 1980
(39)

[*Traduction*]

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à 15 h 40 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley et Portelance.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef et gestionnaire des projets du Comité.

Témoins: De Canadian Solar Industries Association Inc.: M. Adrian J. Gatrill, directeur exécutif; M. Richard Davies, président; M. James Ramsden, trésorier. *De Canadian Energy Development Systems International*: M. David A. Henry, président.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

MM. Gatrill et Henry font des déclarations préliminaires.

Les témoins répondent aux questions.

A 17 h 35, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

Le greffier du Comité

J. M. Robert Normand

Clerk of the Committee

EVIDENCE

(*Recorded by Electronic Apparatus*)

Wednesday, November 19, 1980

• 1540

[*Text*]

The Chairman: I will now call this meeting to order. We are pleased this afternoon to have as our witnesses representatives of the Canadian Solar Industries Association Incorporated. The spokesman will be Mr. Adrian J. Gatrill, Executive Director. Welcome to the committee Mr. Gatrill. Also with us is Mr. Richard Davies, Chairman, and Mr. James Ramsden, Treasurer. I understand that your presentation will be between 25 minutes and half an hour, Mr. Gatrill. We have copies now, members of the committee and staff, so you can follow the presentation.

I would like to remind members that at 4:45 p.m. we promised Mr. David Henry of the Canadian Energy Development Systems International that we would hear him. I would also remind you that tomorrow we have a meeting at 9:30 a.m. plus two meetings tomorrow afternoon at 3:30 and 4:45. I believe the new schedule, which is effective as of now and is always subject to changes, as you know, was delivered to your offices, about a half hour ago, and it will be that revised schedule, marked 18 November 1980, that we will follow until you get another new one.

Mr. MacBain: Mr. Chairman, are those three meetings on that schedule?

The Chairman: Yes, they are. We now have finally confirmed everyone right through until December 10, but subject to changes beyond our control.

Mr. MacBain: Including the two doctors from the States, Mr. Chairman?

The Chairman: Yes, on Wednesday, December 10, for your information, Mr. MacBain, Mr. Richard Post and John Emmett from Lawrence Livermore Laboratories will be speaking to us on Fusion Energy and Future Energy Demand, and Mr. Lalonde, the Minister of Energy, has confirmed for Tuesday, November 25 at 3:30 p.m.

I would like to welcome once again the representatives from the Canadian Solar Industries Association. Mr. Gatrill, the floor is yours.

• 1545

Mr. Adrian Gatrill (Executive Director, Canadian Solar Industries Association Inc.): Mr. Chairman, members of the committee, ladies and gentlemen, the Canadian Solar Industries Association welcomes this opportunity to make its views known on the development of solar energy in Canada to the Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution. This will be the first time that the association has made the case for solar to such an important public inquiry.

In this presentation the CSIA concentrates on the potential and opportunities to Canada in the development of a solar industry. The economics and social impact are reviewed and a

TÉMOIGNAGES

(*Enregistrement électronique*)

Le mercredi 19 novembre 1980

[*Translation*]

Le président: La séance est ouverte. Nous sommes heureux d'avoir avec nous cet après-midi des représentants de l'Association canadienne des industries solaires incorporée: le président, M. Richard Davis; le trésorier, M. James Ramsden; et le porte-parole cet après-midi, M. Adrian J. Gatrill, directeur administratif. Si je comprends bien votre présentation durera de 25 à 30 minutes M. Gatrill. Les membres du Comité et le personnel ont des exemplaires du mémoire. Il sera ainsi plus facile de suivre votre présentation.

Je rappelle à la mémoire des membres qu'à 16 h 45, nous devons entendre M. David Henry de la Canadian Energy Development Systems International. Je vous rappelle également que nous nous rencontrons à 9 h 30 demain et que nous devons entendre deux témoins demain après-midi, à 15 h 30 et à 16 h 45. Je crois que le nouvel horaire, comme vous en avez été informés a été livré à vos bureaux il y a environ une demie heure et c'est celui que nous suivrons jusqu'à nouvel ordre, soit celui daté du 18 novembre 1980.

M. MacBain: Monsieur le président, les trois rencontres que vous venez de mentionner sont-elles inscrites à l'horaire?

Le président: Oui. Nous avons finalement obtenu des confirmations pour la comparution de tous les témoins jusqu'au 10 décembre, sous réserve de modifications indépendantes de notre volonté.

M. MacBain: Y compris les deux témoins des États-Unis monsieur le président?

Le président: Oui. Ils doivent comparaître le mercredi 10 décembre M. MacBain. M. Richard Post et M. John Emmett du Lawrence Livermore Laboratories nous entretiendrons sur la fusion et la demande énergétique de demain; M. Lalonde, le ministre de l'Énergie a confirmé qu'il viendra nous rencontrer le mardi 25 novembre à 15 h 30.

De nouveau je souhaite la bienvenue aux représentants de l'Association canadienne des industries solaires. M. Gatrill, vous avez la parole.

M. Adrian Gatrill (directeur administratif de l'Association canadienne des industries solaires Inc.): Monsieur le président, membres du Comité, Mesdames et Messieurs, l'Association canadienne des industries solaires est heureuse de comparaître devant le Comité spécial sur l'énergie de remplacement du pétrole afin de lui faire connaître ses idées sur le développement de l'énergie solaire. C'est la première fois que l'Association a l'occasion de le faire dans le cadre d'une enquête publique d'une telle importance.

Le mémoire de l'Association porte essentiellement sur le potentiel et les possibilités de développement d'une industrie solaire pour le Canada. Il s'adresse aux conséquences économi-

[*Texte*]

means of attaining or developing the industry is proposed along with comments on existing federal policy and programs.

Over the course of the past six months the committee has received a number of excellent briefings. Many of these have dealt with the vairou solar technologies available, their status of development and the uses to which they may be put. We do not need to review these issues again.

In making our presentation towards the end of the hearing stage, we have the privilege of addressing a well-informed committee, which is now in the position to sit back and take a broad view, looking at the potential and opportunities to be had in the development of solar. In our presentation we hop that we will be able to facilitate this task and aid in the formulation of recommendations to Parliament that will lead to the development of a vigorous solar energy industry in Canada.

I would like to take a few moments to review the status and role of the association. The Canadian Solar Industries Association was formed in 1977 and for two years was run on a voluntary basis. In March 1980 we received a grant from the PUSH program of $125,000. This was given because it was recognized that an industrial association is a very important element in developing an industry. The association, by coordinating the views of its members, is able to provide input to policy and programs that are being developed or implemented at the federal level.

In June 1980 the association opened its offices. It has a staff of three.

The association has roughly 100 members of which 35 are manufacturers of solar equipment. The balance are solar designers, intallers, distributors and materials suppliers. Members of the association account for more than 90 per cent of the active solar heating work done in Canada today. The association has a seven-man board of directors drawn from eastern, central and western Canada.

As the voice of the industry, the association performs a number of activities. I would like to review quicly some ofthese for you. We make political presentations at the federal and provincial level, we monitor the actions of government agencies charged with the responsibility in solar and we advise these agencies, we react to government policy proposals, we are preparing the infrastructure for solar by the introduction of solar installer courses and by the introduction of a warranty program for the industry—this is something we are wroking on at the present time, we provide industry statistics showing the level of industry activity and sales of solar components by type and by region in the country, we publish the Solar Product Data File which shows the type of solar products available and includes objective performance data, we publish booklets and other materials of practical information to the consumer and the specifier of solar products, we hold conferences and exhibits, and we publish the *Solar Report*, which is the newsletter of the association.

[*Traduction*]

ques et sociales et propose un programme de développement outre que de passer en revue les programmes et la politique du gouvernement fédéral.

Au cours des six derniers mois le Comité a reçu d'excellents mémoires. Nombre d'entre eux ont traité des diverses technologies solaires actuellement utilisées de l'état de leur développement et des utilisations éventuelles. Nous ne voyons pas la nécessité d'y revenir.

Nous nous considérons privilégiés de comparaître vers la fin de la période des séances publiques puisque le Comité a eu l'occasion d'approfondir le sujet et qu'il est maintenant en mesure de voir les choses d'un angle plus vaste, d'étudier le potentiel et les possibilités qu'offre l'énergie solaire. Nous espérons que le mémoire vous facilitera la tâche et pourra servir au moment de la formulation des recommandations à faire devant le Parlement pour relativement au développement d'une industrie solaire forte pour le Canada.

Si vous le permettez, je vais prendre quelques minutes pour vous expliquer le statut et le rôle de l'Association. L'Association canadienne des industries solaires a été créée en 1977 et fut dirigée par des bénévoles pendant deux ans. Au mois de mars 1980, l'Association a reçu une subvention de $125,000 dans le cadre du programme PUSH. On reconnaissait ainsi l'importance de la présence d'une Association industrielle pour le développement de l'industrie solaire. L'Association, en acceptant de coordonner les idées de ses membres, est en mesure de participer à l'élaboration de politiques et de programmes que le fédéral a l'intention d'adopter ou de mettre en vigueur.

L'Association a ouvert ses bureaux en juin 1980, forte d'un personnel de trois personnes.

Elle compte une centaine de membres dont 35 sont des manufacturiers de matériel solaire. Ses autres membres s'occupent de conception, d'installation, de distribution ou de fourniture du matériel. Plus de 90 p. 100 du travail qui se fait dans le domaine de l'énergie solaire active au Canada aujourd'hui, se fait par les membres de l'Association. Le conseil d'administration de l'Association est composé de 7 personnes provenant de l'Est, du Centre et de l'Ouest du Canada.

En tant que porte-parole de l'industrie, l'Association s'acquitte d'un certain nombre de tâches: présence politique au niveau fédéral et provincial; surveillance des agences gouvernementales chargées du développement de l'énergie solaire, que nous conseillons; critique des programmes que le gouvernement entend adopter; préparation de l'infrastructure de tout ce qui a trait à l'énergie solaire en mettant sur pied des cours sur l'installation des systèmes solaires, et en élaborant un programme de garantie pour l'industrie, ce sur quoi nous travaillons actuellement; compilation et distribution de statistiques sur l'industrie, indiquant le taux d'activité industrielles et les ventes de composantes solaires par type et par région; publication d'un dossier sur les produits solaires où sont décrits les différents produits que l'on peut se procurer et qui donne l'évaluation objective du rendement des produits; publication de brochures et divers documents pratiques pour le consommateur et le fabricant de produits solaires; tenue de conférences et d'exposition outre que de publier le bulletin de l'Association, *Solar Report*.

[*Text*]

The potential and opportunity of solar; the solar potential: Canada's resource base of solar energy is substantial. Average incoming radiation on a horizontal surface amounts to 150 watts per square meter per year in the areas of Canada's densest population. Summertime averages increase, over 24 hours in July, for example, rising to 260 watts per square meter. Even in winter, by inclining collecting surfaces to the sun, through which substantial improvements in the received radiation occur, radiation, for instance at solar noon, is as high as 380 watts per square meter in the winter.

• 1550

The Department of Energy, Mines and Resources estimate the total energy requirements of a well-insulated residence to be in the order of 100 GJ per annum. This theoretically could be met with 100 square metres of collectors with an over-all operating effiency of 20 per cent. This area could be accommodated on the roof and indicates the potential of solar and the attraction of it.

With the solar technology available today, systems have been installed which provide 50 GJ of useful energy output for areas of something like 36 square metres. This would be a system that would contain a domestic hot water system and a space heating system. A domestic hot water system alone would produce 10 GJ, or 50 per cent of the hot water heating load of a family, utilizing 4.6 square metres or 50 square feet; 4.3 GJ can be produced per square metre of collector area, which is equal to 200,000 BTUs per square foot.

The industrial development opportunity: The Department of Energy, Mines and Resources estimate the potential for active solar heating to be in the order of 100 PJ per annum by the year 2000. This would amount to 2.5 per cent of a national tertiary energy demand by that time, representing a significant potential and a major economic opportunity. It represents the equivalent of 12 million domestic hot water systems and an industry of $17 billion. It represents the equivalent of 100,000 barrels of oil or gas equivalent per day which need not be imported, or which can be exported or not consumed. At world prices for oil of $40 per barrel, this could be valued at nearly $1.5 billion per year.

It is the attraction of the large, renewable resource in solar energy that has prompted many industrialized nations to pursue vigorously their solar industries. Rising world energy prices, the depletion of non-renewable reserves and the dependence on a small number of sources of suppy have pushed some countries into an extremely aggressive development of their solar industries. Germany, France, Japan and the United States all have rapidly expanding solar industries.

In Canada, fortunately, we are marginal net exporters of energy, although we import a significant and growing volume of crude oil to serve eastern Canada. The principal objective of the national energy plan is to reduce oil imports by the substitution from oil to gas or electricity. No serious provision has been made for solar in this plan.

[*Translation*]

Le potentiel solaire: L'énergie solaire représente une source d'énergie substantielle pour le Canada. Une surface horizontale est en mesure de capter 150 watts de radiation par mètre carré par année dans les régions du Canada où la population est le plus dense. Sur une période de 24 heures en juillet par exemple, cette moyenne augmente à 260 watts par mètre carré. Même en hiver, en inclinant les capteurs vers le soleil, il est possible d'augmenter considérablement, le taux de captation des radiations, jusqu'à 380 watts par mètre carré à midi.

Selon le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, les besoins énergétiques d'une maison bien isolée est de l'ordre de 100 GJ par année. En théorie, 100 mètres carrés de capteurs avec une capacité de fonctionnement de 20 p. 100 suffiraient. Les capteurs pourraient être installés sur le toit preuve du potentiel de l'énergie solaire d'où l'aspect intéressant.

Le perfectionnement technologique actuel permet l'installation d'un système en mesure de fournir 50 GJ d'énergie à partir de quelque 36 mètres carrés de capteurs. Le système serait constitué d'un système d'eau chaude domestique et d'un système de chauffage de locaux. Un système d'eau chaude domestique seul peut produire 10 GJ, ou 50 p. 100 des besoins d'eau chaude d'une famille en utilisant 4,6 mètres carrés ou 50 pieds carrés de capteurs; il est possible de produire 4,3 GJ par mètre carré de capteur, soit l'équivalent de 200,000 BTU par pied carré.

Les possibilités de développement industriel: le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources estime que le potentiel solaire sera de l'ordre de 100 GJ par année d'ici l'an 2000. Ce qui représenterait 2,5 p. 100 d'une demande nationale d'énergie tertiaire, un potentiel important et un apport économique considérable. C'est l'équivalent énergétique de 12 millions de systèmes d'eau chaude domestique, ce qui représente un chiffre d'affaires de $17 milliards. C'est aussi l'équivalent de 100,000 barils de pétrole ou de gaz par jour, que nous n'aurons pas à importer ou que nous pourrions exporter ou qui demeureraient inutilisés. Selon les cours mondiaux du pétrole, $40 le baril, cela représente presque $1,5 milliard par année.

C'est parce que l'énergie solaire est une ressource énergétique renouvelable que tant de pays industrialisés se lancent à fond de train dans son développement industriel. Il y a aussi les prix toujours croissants, l'épuisement des réserves non renouvelables et la dépendance vis-à-vis de sources d'approvisionnement limitées. Les industries solaires de l'Allemagne, de la France, du Japon et des États-Unis sont en pleine expansion.

Au Canada, malheureusement, nous sommes des exportateurs nets d'énergie, bien que nous importions une quantité considérable, qui ne cesse d'augmenter, de pétrole brut pour l'est du Canada. Le principal objectif du programme national d'énergie est de réduire les importations de pétrole en amenant la population à remplacer le mazout par le gaz ou l'électricité. Le programme ne prévoit aucune disposition importante pour ce qui est de l'énergie solaire.

[*Texte*]

If we are to answer questions of long-term and permanent energy supply, then we must include solar energy on a favourable basis in any medium-term energy supply strategy, as other nations have done. By comparison, the solar energy industry in Canada is lagging dangerously behind that of other industrialized countries. We believe the loss of a major industrial development opportunity is possible if we do not change our course and quicken the pace of development immediately.

Paradoxically perhaps, it is the potential of Canada as an exporter of energy which gives us the opportunity to develop a solar industry at little cost to the nation. If we embark on a strategy that would see the commercialization of solar and the installation of the equivalent of 4 million domestic hot water systems over 10 years, we would generate income from the additional export of conventional energy resources that would be displaced by the solar equipment. This income would go a long way toward offsetting the cost of research and development, the introduction of financial incentives for consumers, and other necessary measures.

A domestic hot water system, for example, currently costs between $2,000 and $2,500 installed. A system of this type would produce 10 GJ of energy. We anticipate the system would regularly cost $1,750 installed in 1985, taking into account mass production, rationalization of design and distribution costs. In this analysis we do not include any improvements in operating efficiency, which are expected.

The annual output of 10 GJ per system is roughly equivalent to burning three barrels of oil at 60 per cent efficiency, or 10 Mcf of gas per year. Assuming that 65 per cent of the energy displaced by solar is exported at, say, 1.2 times the present price for gas, i.e., $5.25 per Mcf, this would result in exports of between $200 million per year or the equivalent of $230 million in export earnings. The incremental value to Canada of exporting this gas, over burning it domestically, would be in the order of $130 million per year.

• 1555

The industrial development opportunity of solar is attractive by any standard. It has frequently been lamented that Canada has placed excessive emphasis on the exportation of its natural resource capital while ignoring technology-based industries which can provide permanently sustainable economic benefits. This is the issue we face when we are forced to consider choosing between the development of a non-renewable commodity-based option, such as Arctic gas or heavy oil, or a technology-based option like solar. Unlike conventional energy supplies, the industrial activity created by solar is not concentrated in one geographic area and it is not given to the boom-and-bust cycles that create the overheating of local economies or in fact inflation at the national level.

Using targets suggested by EMR, industry sales could be $0.5 billion in little more than 10 years' time. After this, the industry would grow steadily until saturation was reached and then would be maintained at a current level of activity, but a

[*Traduction*]

La réponse aux questions que l'on se pose quant à l'approvisionnement énergétique permanent et à long terme, se trouve dans l'élaboration d'un programme d'énergie solaire à moyen terme, comme cela se fait ailleurs. Or, l'industrie solaire canadienne accuse un retard considérable par rapport au autres pays. Nous croyons que le Canada perdra une occasion unique de développement industriel s'il persiste dans la même voie et qu'il refuse d'accroître le rythme de développement de cette industrie.

Quoique cela puisse sembler paradoxal, c'est à grâce à son potentiel d'exportateur d'énergie que le Canada est en mesure de développer son industrie solaire à peu de frais pour le pays. En adoptant un programme de commercialisation qui entraînerait l'installation de l'équivalent de 4 millions de systèmes d'eau chaude domestique au cours des dix prochaines années, nous pourrions accroître nos revenus d'exportation des ressources énergétiques conventionnelles que nous n'aurions pas à utiliser. Ces revenus pourraient servir au financement de la recherche et du développement, à subventionner les consommateurs et à adopter d'autres mesures essentielles.

Un système d'eau chaude domestique par exemple, coûte actuellement entre $2,000 et $2,500, installation comprise. Un tel système peut produire 10 GJ d'énergie. Son installation en 1985 coûterait approximativement $1,750, en prenant en considération la production en série, la standardisation du design et les frais de distribution. Cette évaluation tient pas compte des améliorations qui seraient apportées au niveau de l'efficacité et du fonctionnement.

La production annuelle de 10 GJ par système est à peu près l'équivalent de la consommation de 3 barils de pétrole à 60 p. 100 d'efficacité ou 10 Mpc de gaz par année. Supposons que 65 p. 100 des ressources énergétiques conventionnelles, qui seraient ainsi libérées, soient exportées à, disons, une ou deux fois les prix actuel du gaz, c'est-à-dire $5.25 par Mpc, nous en exporterions une valeur de $200 millions par année ou l'équivalent de $230 millions de revenus d'exportation. Les suppléments de revenus d'exportation du gaz seraient de l'ordre de $130 millions par année.

Le développement industriel de l'énergie solaire offre des avantages forts intéressants. On reproche souvent au Canada d'insister trop sur l'exportation de ses ressources naturelles et d'ignorer les nouvelles technologies qui sont en mesure de fournir des avantages économiques à long terme. C'est ce dont il faut tenir compte lorsqu'il nous faut choisir entre le développement d'un produit non renouvelable tel que le gaz de l'Arctique ou l'huile lourde ou un produit technologique tel que les systèmes d'énergie solaire. Contrairement aux sources énergétiques conventionnelles, l'industrie solaire n'est pas concentrée dans une seule région géographique et n'est pas susceptible d'être touchée par les cycles de prospérité et de disette qui surchauffent les économies locales ou qui entraînent l'inflation au niveau national.

D'après le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, le total des ventes pourrait être de $0,5 milliard d'ici une dizaine d'année. Après quoi la croissance de l'industrie serait régulière jusqu'à ce qu'elle atteigne un point de saturation

[*Text*]

level of activity that would see replacement of equipment every 20 years or so.

For Canada, the employment potential of solar is particularly interesting. A solar domestic hot water heating system requires five man-days of labour to manufacture and an additional five man-days to install. A scenario of 4 million domestic hot water systems would require something like 195,000 years of direct labour. A reasonable implementation schedule would see 13,000 new jobs toward the end of the period.

Perhaps more important for Canada than the total number of jobs created is their distribution. The large potential markets in eastern Canada, where energy is higher in price, suggest that most of the activity for solar will take place in regions where unemployment is a serious concern. Few other energy development opportunities exhibit stronger or less socially disruptive employment-creation patterns.

Further jobs and vital contributions to the balance of payments can be derived from exports of Canadian-made solar equipment. Canada has the opportunity to join France, West Germany, Japan and the U.S. in this regard and impressive inroads have already been made by the manufacturers in Canada who have made sales in Europe, North Africa and the United States. Whatever the promise, however, only a strong domestic market will enable companies to embark on serious export development. Such activities might be expected to reach $100 million per year within 10 years.

It should be emphasized that the use of natural gas or electricity for similar water heating purposes in Canada would be unlikely to produce concomitant export opportunities.

Looking at the economics of solar, any consideration of the economics of solar must make comparisons with other energy sources, taking into account their marginal cost. Energy, Mines and Resources estimate the long-run cost for electricity to be between 5 to 7 cents per kilowatt hour. This scenario assumes that real costs of electricity generation escalate at a 1 per cent real rate over the next 20 years, a situation which would appear optimistic, particularly given recent experience with the construcion of nuclear power plants.

Further to this, the marginal electricity costs are based on a 7 per cent real discount rate but ignore qualitative social costs, such as environmental damage, health risks, et cetera, and the full coal cycle from miner health to acid rain. Taking the high end of this range, 7 cents per kilowatt hour is the equivalent of $20 per GJ of delivered useful energy output. This implies that a solar domestic hot water system, having a useful life of 20 years and an output of 10 GJ a year, should cost $2,000 installed.

Just how far away is solar technology from achieving this figure? Current technology approaches this goal. Recent bids, for instance, received by Public Works Canada for domestic hot water systems show systems hardware costs of $1,550;

[*Translation*]

alors que le taux d'activité se stabiliserait, sans pourtant tomber à un point mort puisque le matériel solaire doit être remplacé tous les vingt ans.

Le potentiel de création d'emploi pour le Canada est particulièrement intéressant. La fabrication d'un système solaire d'eau chaude domestique nécessite 5 jours-hommes de travail et son installation un autre 5 jours-hommes. Donc, l'installation de 4 millions de systèmes d'eau chaude domestique nécessiterait quelque 159 000 années-hommes de travail. En se conformant à un échéancier d'installation raisonnable, 13 000 nouveaux emplois seraient créés.

Un facteur qui pourrait être encore plus important pour le Canada que le nombre d'emplois qui seraient créés, serait la répartition de ces emplois. L'importance des marchés dans l'est du Canada, où l'énergie coûte plus cher qu'ailleurs, nous amène à conclure qu'il y aurait plus d'emplois de créés là où il y a le plus de chômage. Très peu d'autres possibilités de développement énergétique pourraient avoir un impact aussi positif.

Les exportations de matériel solaire fabriqué au Canada créeraient des emplois et amélioreraient la balance des paiements. Le Canada a l'occasion de se joindre à la France, à l'Allemagne de l'Ouest, au Japon et aux États-Unis à cet égard, et les manufacturiers canadiens ont déjà fait beaucoup de chemin, ayant conclu des contrats en Europe, en Afrique du Nord et aux États-Unis. Quoiqu'il en soit cependant, seul un marché domestique fort permettra aux compagnies de se lancer agressivement sur les marchés d'exportation dont le chiffre d'affaires pourrait atteindre $100 millions d'ici dix ans.

Soit dit en passant, le recours au gaz naturel ou à l'électricité pour le chauffage d'eau domestique au Canada n'est pas susceptible de créer les mêmes avantages.

Pour ce qui est des aspects économiques de l'énergie solaire, pour se faire une idée juste, il faut établir des comparaisons avec d'autres sources d'énergie, en prenant en considération leur coût marginal. Selon les chiffres du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, le coût de l'électricité à long terme est entre 5 et 7 cents le kilowatt-heure. Ces chiffres supposent que le coût réel de la production de l'électricité augementera que d'un pour cent au cours des vingt prochaines années, ce qui est fort optimiste, compte tenu surtout des dernières expériences relativement à la construction de centrales nucléaires.

En outre, ces chiffres sont basés sur un taux d'escompte réel de 7 p. 100 et ne tiennent pas compte des conséquences sociales et écologigues, des risques à la santé et du cycle complet du charbon, à partir de la santé du mineur jusqu'aux pluies acides. En prenant le maximum de cette fourchette, 7 cents le kilowatt-heure, c'est l'équivalent de $20 le GJ d'énergie livrée utilisable. Ce qui veut dire qu'un système d'eau chaude domestique, d'une espérance de vie de vingt ans dont le potentiel de production serait de 10 GJ par année, devrait coûter $2,000, installation comprise.

Quand cet objectif deviendra-t-il réalité? Ce n'est pas si loin. Par exemple, d'après les dernières soumissions reçues par Travaux publics Canada pour l'installation d'un système d'eau chaude domestique, la quincaillerie coûte $1,550 et l'installa-

[*Texte*]

installation costs are in the order of $800 for these systems, for a total cost of $2,350 for something like a 9 GJ/year system.

• 1600

In the private sector, systems of comparable size and performance have been installed for less than $2,000 already. A major variable, of course, is the installation cost itself, which depends on the complexity and appropriateness of the building. In fact, if new buildings are built to be solar ready with pipes installed from the roof to the basement, solar cost could be expected to come down considerably for installation.

It is worth noting the technical changes we expect to take place over the next five years. These changes require nothing more than the development of the market to bring them into production.

I draw your attention to the diagram on page 11 of the report. In this diagram we show two systems. One, which is currently in production, is a medium-performance flat-plate collector system. It has 50 square feet of collectors, an external manifold, that is the means by which the water is drawn or serviced to the collectors, an external heat exchanger, a standard 40-gallon tank to take the water and, then, the 40-gallon electric tank as an addition to that. In fact the system which we show on the lower half of the page is already almost in production.

I would like to contrast the two systems. We have an internal manifold system obviating the need for a lot of connecting of collectors at the roof level. We have a storage tank that combines the electric tank with the solar storage tank in one unit, and freeze protection is created by the use of a collector that employs the principle of a thermal diode. In addition, we can foresee in the very near future the use of insulated plastic pipe, as opposed to copper pipe; the removal of cost penalties from the importation of many items that currently go into solar systems because the volume of activity in Canada is too low to permit them to be made in Canada yet; and probably more important than anything, factor "overheads as the volume grows will be spread across a greater number of units. This will have a significant impact on the cost of solar heating systems as soon as the market develops.

We say, then, that a solar heating system that today costs $2,250 installed, will cost $1,750 installed probably before 1985. It is a function of market volume above all else. This could compare very favourably with—in fact, it is equal to—the marginal cost of producing electricity today. We can also anticipate to see an improvement in the performance of solar equipment at least to the extent of 10 per cent.

Operating and maintenance costs at present are at an average of $50 per year, although most of this cost would come at the end of eight to ten years, by which time the tank and the pumps would have to be replaced. This would be true also for

[*Traduction*]

tion $800, soit $2,350 pour un système en mesure de produire 9 GJ par année.

Le secteur privé installe déjà des système de dimension et de rendement comparables, pour moins de $2,000. Une variable importante naturellement sont les frais d'installation qui sont fonction de la complexité du bâtiment et de sa construction. En fait, si on posait les tuyaux à partir du toit jusqu'au sous-sol dans les immeubles en construction en prévision de l'installation d'un système solaire, on pourrait s'attendre à une diminution considérable des frais d'installation d'un tel système.

Nous nous attendons à ce qu'il se produisent d'importants changements technologiques au cours des cinq prochaines années. Ces changements n'attendent rien de plus que le développement du marché.

J'attire votre attention sur le diagramme qui se trouve à la page 11 du mémoire. Nous y décrivons deux systèmes: le système de capteurs plans à rendement moyen est actuellement en production. Il est doté de 50 pieds carrés de capteurs, d'un capteur d'échappement qui reçoit l'eau ou qui amène celle-ci jusqu'au capteur, un échangeur de chaleur externe, un ballon régulier pouvant contenir jusqu'à 40 gallons d'eau et ensuite le ballon électrique de même capacité. En fait, le système décrit au bas de la page est presque déjà rendu au stade de la production.

Si nous comparons les deux systèmes, dans l'un, nous avons un système de capteurs d'admission éliminant la nécessité de relier entre eux les différents capteurs qui se trouvent sur le toit. Nous avons un ballon de stockage qui réunit le ballon électrique et le ballon de stockage solaire en une seule unité, et un capteur qui fonctionne selon le principe d'un diode thermique pour empêcher le système de geler. Nous prévoyons également dans un avenir très rapproché pouvoir utiliser des tuyaux en plastique isolés plutôt que des tuyaux en cuivre; la suppression des pénalités d'importation de nombreux articles qui entrent actuellement dans la composition d'un système solaire mais qui en raison du peu d'activité en ce sens au Canada, ne peuvent être manufacturés ici; et, plus important sans doute que quoi que ce soit, la diminution des frais généraux qui, avec le volume, seront répartis sur l'ensemble de la production. Tous ces facteurs auront un impact considérable sur le prix des systèmes de chauffage solaire dès que le marché aura été développé.

Disons alors qu'un système de chauffage solaire qui aujourd'hui coûte $2,250, installation comprise, coûtera $1, 750, installation comprise, avant 1985. C'est avant tout une question de volume. Nous pourrions comparer ce prix très favorablement avec le coût marginal de production de l'électricité aujourd'hui. En fait il est le même. Nous prévoyons également que le rendement d'un système solaire sera amélioré d'au moins 10 p. 100.

Les frais d'exploitation et d'entretien sont actuellement de $50 en moyenne par année, bien que dans la plupart des cas ce soit après 8 ou 10 ans, alors que le ballon et les pompes doivent être remplacés, comme dans le cas d'un système électrique. En

[*Text*]

electrical systems, the tank would have to be replaced. With improvement in the durability of system components, average operating and maintenance costs can be expected to be reduced to $30 per year by 1985. As the demand for collectors increases, we foresee a shift in the market. We have just reviewed first generation technology.

We see the potential—and it is emerging—for low-cost, low-performance plastic collectors that will be produced with mass production technology employing capital-intensive equipment. This would be at one end of the spectrum. At the other end of the spectrum we see evacuated tube collectors or other collectors that employ evacuation as a means of insulation. These will be produced similarly to the way fluorescent light fixtures are produced today, and their performance will be unaffected by ambient temperatures and their costs will be relatively low. We project $1,600 installed for systems once we get into second generation technology. It should be pointed out that, as with any important energy option, it is impossible to predict with certainty the cost of equipment in 1990 or the year 2000. No one knows the price then of synthetic crude oil; no one knows the cost of Arctic gas for certainty, environmental damage or waste disposal. What can be said with certainty about solar is that it is immune from the factors which can suddenly see the costs of frontier energy projects double or even triple in the space of a few years. With solar there are no dangerous unknowns. Solar uses common materials which can be substituted if they increase in price or become unavailable. There are no risks of the kind that are involved with building pipelines under the Arctic Ocean. Once installed, solar energy is inflation proof.

• 1605

The status of the Canadian solar industry; product development, first of all: the manufacturers, members of the association, produce a variety of solar heating equipment. Much of this is documented on the solar product data file, and we have an example of this here. To be in the product data file, equipment has to demonstrate minimum levels of performance and durability requirements have to be satisfied. Presently, these data sheets show 9 domestic hot water systems, 12 liquid glazed collectors, 5 air glazed collectors, 2 unglazed pool plastic collectors, 1 glazed pool plastic collector and 1 evacuated tube collector.

Present sales and performance show that Canada's solar equipment is as good as any of that in any other country. Other products are being developed. I noted earlier that some of the products have to be imported. This is a function of volume of demand in Canada at the present time.

The manufacturing base: There are 35 manufacturers, as I noted earlier. The 10 largest companies carry overhead costs of $350,000 a year, typically. This figure can be broken down to $25,000 for depreciation; $25,000 for factory overhead; payroll for 10 employees, $240,000; promotion expenses $30,000; and

[*Translation*]

augmentant la durée de vie des pièces du système, on peut s'attendre à ce que les frais d'exploitation et d'entretien soient ramenés à une trentaine de dollars par année d'ici 1985. Avec l'accroissement de la demande de capteurs, nous anticipons un déplacement du marché. Nous venons de terminer une étude de la technologie de la première génération.

Nous prévoyons être en mesure de produire des capteurs bon marché et à meilleur rendement si nous avons recours à la technologie de fabrication au volume et utilisons un équipement très coûteux. C'est là un aspect du système. Un autre, consiste en la fabrication de capteurs tubulaires d'échappement ou d'autres types de capteurs dont l'isolation est assurée par un système d'évacuation. Leur fabrication est analogue à celle des fluorescents et la température ambiante n'influera pas sur le rendement. Le coût sera relativement bas. Une fois la technologie de deuxième génération mise au point, nous prévoyons que l'installation de ces systèmes coûtera aux environs de $1,600. Soit dit en passant, comme dans toutes autres possibilités de substitution, il est impossible de prévoir avec précision le coût des matériaux en 1990 ou en l'an 2000. Personne ne sait ce que sera alors les prix du pétrole synthétique brut; personne ne connaît avec certitude ce que coûtera le gaz de l'Arctique, qu'elles seront les conséquences écologiques ou comment on s'y prendra pour éliminer les déchets. Nous pouvons au moins dire en toute certitude que le solaire est protégé des facteurs qui en l'espace de quelques années peuvent faire doubler ou même tripler le coût des projets énergétiques de pointe. Le solaire ne présente aucun risque inconnu. On utilise un matériel de tout les jours que l'on peut remplacer advenant une augmentation du prix ou leur non-disponibilité. Il n'y a certainement pas les risques que comportent la construction de gazoducs dans l'Océan arctique. Une fois le système solaire installé, il est à l'abri de l'inflation.

La situation de l'industrie solaire canadienne. Avant tout, le perfectionnement du produit: les manufacturiers, membres de l'Association, fabriquent toute une gamme de matériel de chauffage solaire. Ce matériel est en grande partie décrit dans notre publication sur les produits solaires, dont voici un exemplaire. Pour figurer dans cette publication, le manufacturier doit démontrer que le matériel qu'il propose respecte les normes minimales de rendement et de durabilité. Y sont actuellement décrits neuf systèmes d'eau chaude domestique, 12 capteurs à liquide avec vitrage, 5 capteurs solaires avec vitrage, 2 chauffe-piscine sans vitrage, 1 chauffe-piscine avec vitrage plastifié et 1 capteur d'échappement tubulaire.

A en juger d'après les ventes et le rendement, le matériel solaire canadien est aussi bon que celui d'autres pays. Les manufacturiers sont en train d'en mettre d'autres au point. J'ai souligné plutôt que certains de ces produits doivent être importés. Leur fabrication n'est pas rentable au Canada actuellement.

Les manufacturiers: Comme je l'ai déjà dit, il existe 35 manufacturiers. Les frais de roulement des 10 plus importants sont de $350,000 par année. Ce chiffre peut être ventilé comme suit: $25,000 pour la dépréciation; $25,000 pour les frais de fabrication; $240,000 pour les salaires de 10 employés;

[*Texte*]

debt services $30,000. It must be emphasized that this is the minimum level of operation required to conduct research and development, and the minimum level of operation required to market, produce and administer even to the smallest solar market.

To sustain the industry at its present minimum levels of operation requires a solar market in 1981 of $45 million in projects. This would mean that no less than $11 million of revenues must flow to solar manufacturers. This is the minimum requirement to achieve even the most modest goals. This level of activity does not permit the necessary economies of scale inherent to line production and does not permit the industry to move into second-generation technology with its attendant higher capital costs and sophisticated plant and machinery.

We project that a market for non-pool collectors of the following minimum size will be required initially to sustain the industry ad subsequently to move it into an innovative growth position. This table is on page 7 of the report: 1981, 500,000 square feet of collectors; 1982, 750,000 square feet of collectors; 1983, 1,250,000 square feet of collectors; 1984, 1,750,000 square feet of collectors. These calculations are based on an industry of 10 major manufacturers and do not include any payments for research and development.

We should now look at the existing market. In the structuring of the PASEM and PUSH programs it was assumed that PASEM would bring forth the production capacity and that PUSH would provide the market. PASEM has certainly had a favourable impact on the industry, with 23 solar products being brought forth, and the industry has a capacity of 11 million square feet per year. PUSH, however, has not yet provided the market of the required size and appropriate character to achieve its stated objective. The health of the industry can be best measured by a review of the market for its products. This market is chiefly government programs.

After nearly two and a half years of operation, the PUSH program had spent by September, 1980, no more than $3 million, of which as little as $200,000 went to the industry in solar equipment purchases. The reason for this large differential is the startup costs associated with PUSH, heavy consulting fees and feasability studies, et cetera.

Other government purchase programs have fared no better. The federal-provincial agreements had spent $200,000 by this time on one series of projects in British Columbia, most of which went to the solar industry, infact, chiefly because they were domestic hot water systems. Other government programs added only minimal amounts to this volume.

• 1610

The Canadian Solar Industries Association has recently done a survey with member manufacturers to determine the level of their activity. The results speak for themselves. They fall well below the required levels of activity.

[*Traduction*]

$30,000 pour les frais de publicité; et $30,000 pour le service de la dette. J'insiste sur le fait que c'est là le minimum nécessaire pour la recherche et le développement, la commercialisation, la fabrication et l'administration du matériel solaire, même pour le plus petit des marchés.

Pour survivre en 1981 l'industrie a besoin de projets d'une valeur de $45 millions. Ceci signifie que les manufacturiers devraient pouvoir compter toucher au minimum $11 millions de revenus. C'est le strict minimum pour atteindre même les buts les plus modestes. Un tel niveau d'activités ne perment pas de profiter des économies d'échelles inhérentes à la ligne d'assemblage pas plus qu'il ne permet de passer à la fabrication du matériel de deuxième génération qui coûte beaucoup plus cher et qui nécessite une usine et de l'équipement de pointe.

Nous prévoyons que l'industrie devra pouvoir écouler sur le marché les quantités suivantes de capteurs, qui seraient utilisés à des fins autres que le chauffage de piscine, pour survivre et lui permettre d'innover et de croître. Le tableau se trouve à la page 7 du mémoire: 1981, 500,000 pieds carrés de capteurs; 1982, 750,000 pieds carrés de capteurs; 1983, 1,250,000 pieds carrés de capteurs; 1984, 1,750,000 pieds carrés de capteurs. Ces chiffres sont établis en fonction des besoins d'une industrie composée de 10 grands manufacturiers et n'incluent pas les capitaux nécessaires à la recherche et au développement.

Voici la situation actuelle du marché. Au cours de l'élaboration des programmes PASEM et PUSH, PASEM devait accroître la capacité de production et PUSH assurer le marché. Il va sans dire que PASEM a eu un impact favorable sur l'industrie, celle-ci ayant pu fabriquer 23 types de produits solaires et accroître sa capacité de production à 11,000,000 de pieds carrés par année. Le programme PUSH par contre n'a pas encore créé le marché qu'il faudrait pour atteindre l'objectif. La meilleure façon de déterminer la situation de l'industrie c'est en procédant à une étude du marché qui existe en grande partie grâce aux programmes gouvernementaux.

Depuis le lancement du programme PUSH, il y aura bientôt deux ans et demi, le gouvernement aura dépensé en septembre 1980, environ $3 000 000, dont aussi peu que $200 000 pour l'achat de matériel solaire. L'énorme différence s'explique du fait que les frais de lancement d'un projet dans le cadre du programme PUSH comportent des frais de consultation d'études de faisabilité très élevées.

La situation n'est pas plus rose en ce qui concerne d'autres programmes d'achat gouvernementaux. Dans le cadre d'ententes fédérales-provinciales, $200 000 ont été dépensés pour le lancement d'un groupe de projets en Colombie-Britannique, la plupart des projets solaires en fait et surtout d'installation de systèmes d'eau chaude domestique. Les fonds supplémentaires obtenus dans le cadre d'autres programmes gouvernementaux sont minimes.

L'Association canadienne des industries solaires vient de terminer une enquête auprès de ses membres afin de déterminer leur niveau d'activité. Les conclusions parlent d'elles-

[*Text*]

I draw your attention to the table on page 18. The 1979 sales of solar collectors, flat plate nonpool, 55,670 square feet; air collectors, 8,440, square feet. The total for nonpool collectors is 61,110 square feet in 1979.

Pool collectors, which represent a totally different technology accounted for 153,380 square feet for a total industry production of 217,490 square feet.

Total value of industry sales was $4,180 million. Collectively, the industry made a loss in 1979 of $1.376 million. Sales to governments accounted for roughly half the total volume.

The question to be faced by the committee is, can existing government programs alone provide a market to satisfy this capacity? If they cannot, then firms that have grown must shrink over the next 12 months or go bankrupt. Valuable research and development teams that have been formed within these companies will be disbanded and their collective experience will be lost. Instead of moving on to the next plateau, the industry will slip back or at best hold its ground.

If we look at the prospect for the solar industry market in Canada for the next 12 months, it is not encouraging. The PUSH program is scheduled to spend $9 million in the current fiscal year but most of this will likely be in the form of purchase orders written at the end of the fiscal year, that is in March of 1981. The federal-provincial agreements have no clear procedures for the submission of solar-related proposals and few projects can be expected until these issues have been resolved.

Of the provincial programs, Ontario's is the most advanced, that being an enhanced program in effect which was announced in October. Little will be seen of projects from this program for some time. The $5 million domestic hot water heating program which was announced at the CSiA annual meeting in September will likely provide only a small addition to the market. At best, we estimate $10 million in federal and provincial solar purchases over the next 12 months, an additional $3.5 million from the private sector. This would represent 175,000 square feet of nonpool solar collectors and we think it is probably a highly optimistic projection. This figure falls something like 375,000 square feet below requirements.

No program to develop a Canadian solar industry can ignore the progress made in the solar industry in the United States and particularly the size of its market. When the Canadian data are compared to similar data for the United States, the implications are obvious.

[*Translation*]

mêmes. Elles sont beaucoup plus négatives qu'elles devraient l'être.

J'attire votre attention sur le tableau qui se trouve à la page 18. En 1979 il s'est vendu 55 670 pieds carrés de capteurs plans d'utilisation autre que pour le chauffage de piscines; 8 440 pieds carrés de capteurs solaires. Il s'est vendu au total en 1979, 61 110 pieds carrés de capteurs d'utilisation autre que pour le chauffage de piscine.

Il s'est vendu 153 380 pieds carrés de chauffe-piscine sur une production totale de 217 490 pieds carrés. La fabrication des chauffe-piscine exige une technologie particulière.

La valeur totale des ventes était $4 180n millions. Collectivement, l'industrie accuse en 1979 un déficit de 1,376 millions. Les ventes aux gouvernements représentent à peu près la moitié du total des ventes.

La question à laquelle doit répondre le Comité est celle de savoir si les programmes mis sur pied par le gouvernement sont en mesure de faire vivre l'industrie? Sinon, les compagnies qui ont pris de l'expansion doivent réduire leurs activités au cours des douze prochains mois ou déclarer faillite. Les équipes de recherche et de développement de ces compagnies devront être dispersées et leur expérience collective sera perdue. Au lieu de s'orienter vers un nouveau plateau, l'industrie régressera ou au mieux stagnera.

Si nous regardons ce qui attend l'industrie solaire au Canada au cours des douze prochains mois, ce n'est pas encourageant. Le gouvernement prévoit dépenser $9 millions dans le cadre du programme PUSH au cours de la présente année financière mais la plupart de ces fonds ne seront attribués qu'à la fin de l'année c'est-à-dire en mars 1981 sous forme de commandes d'achat. Les ententes fédérales-provincial es ne prévoient aucune modalité relativement à la soumission de contrats relatifs à des projets solaires et il faudrait que cette question soit réglée pour que ceux-ci voient le jour.

De tous les programmes provinciaux, celui de l'Ontario est le plus avant-gardiste, et encore ce n'est que l'amélioration d'un programme qui a été annoncé en octobre. Il ne faut pas s'attendre à voir des applications de ce programme avant quelque temps encore. Le programme de chauffage d'eau domestique de $5 millions qui a été annoncé en septembre lors de la réunion annuelle de l'Association n'améliorera que très peu la situation du marché. Au mieux, nous prévoyons que les administrations fédérales et provinciales dépenseront $10 millions pour l'achat de matériel solaire au cours des douze prochains mois, et le secteur privé $3,5 millions, ce qui représente l'achat de 175 000 pieds carrés de capteurs solaires d'utilisation autre que pour le chauffage de piscine et nous croyons que c'est là faire preuve de beaucoup d'optimiste. Ce chiffre est en deça des 375 000 pieds carrés qu'il faudrait vendre.

Tout programme de développement de l'industrie solaire au Canada doit tenir compte des progrès réalisés aux États-Unis dans ce domaine et particulièrement de l'importance du marché. Une comparaison des statistiques de l'industrie canadienne aux statistiques américaines nous révèle ce qui est évident.

[*Texte*]

The U.S. Department of Energy reported in March 1980 that total sales for the calendar year 1979 were 14,340,000 square feet. This was up 32 per cent from the previous year, and this is 66 times Canadian sales in the same time period. Of this figure, 80 per cent of collectors went to residential applications for pool, domestic hot water and space heating uses. The commercial sector represented 11 per cent, with industrial and agricultural uses representing 3 per cent and government purchases 1 per cent.

The only conclusion that can be drawn by us is that federal purchase programs alone will be unable to create a market of the required size and appropriate character to ensure that a Canadian industry develops and grows strong enough in time to compete with American technology.

Currently, the Canadian solar industry is protected by a 17.5 per cent tariff barrier and an 85-cent dollar and of course, paradoxically, by a small market.

By 1986, the GATT agreements will see the tariff barrier down to 7.5 per cent and we would anticipate with extensive resource development projects and the necessary borrowing that the value of the Canadian dollar will be improved.

We have a minimum of five years and possibly only three years to develop a Canadian solar industry. We would now like to propose an industrial development strategy, first looking at the public funding for solar development that currently exists today.

A number of programs exist at federal and provincial levels, these will be known to the committee. They include the PUSH program of $125 million, the PASEM of $4 million, and the $114 million federal-provincial agreements for energy conservation and the demonstration of renewables. The National Research Council has funded $10 million per year, the Province of Ontario has a $50 million program, and there are programs in Quebec, British Columbia and other provinces.

Collectively, something in the order of $275 million in public funds is available. To this we could add something like $30 million in private funds which would be found from matched cost-sharing projects under the federal-provincial agreements or similar programs. A total, then, of $300 million is available to the development of the industry.

• 1615

These funds can only be applied effectively to the development of the solar industry if they are spent under the control of a single agency acting within the context of an industrial development strategy. This agency must be able to move quickly and act autonomously.

A few notes on the central agency: In Canada, at present, there are no fewer than ten federal agencies and ten provinces involved in the development of solar. The Solar Policy Interdepartmental Advisory Panel, SPIAP, for example, which is the basic lead force, has representatives from ten government

[*Traduction*]

Le département de l'Énergie des États-Unis a publié dans un rapport en mars 1980 que le total des ventes pour l'année civile 1979 était de 14 340 000 pieds carrés. Une augmentation de 32 p. 100 par rapport à l'année précédente et 66 fois plus que le total des ventes canadiennes pour la même période; 80 p. 100 des capteurs ont été vendus au secteur résidentiel pour le chauffage de piscine, de l'eau domestique et de locaux; 11 p. 100 de la production est allé au secteur commercial, 3 p. 100 secteurs industriel et agricole et 1 p. 100 au gouvernement.

La seule conclusion possible est que les programmes d'achat du fédéral seuls ne pourront créer le marché susceptible d'amener l'industrie canadienne à se développer et à concurrencer avec la technologie américaine.

Actuellement, l'industrie solaire canadienne jouit d'une protection tarifaire fixée à 17,5 p. 100 et d'un dollar qui vaut 85 cents et, naturellement, tout paradoxale que cela puisse paraître, d'un petit marché.

D'ici 1986, aux termes des accords GATT, cette protection tarifaire sera abaissée à 7,5 p. 100 et nous prévoyons une amélioration du dollar canadien en raison d'exploitation intensive des projets de nos ressources et de la nécessité d'emprunter.

Nous disposons d'un minimum de 5 ans, et peut-être de 3 ans seulement, pour développer l'industrie solaire canadienne. Nous désirons proposer maintenant un programme de développement industriel en examinant d'abord la question des fonds publics actuellement disponibles pour le développement de l'industrie.

Un certain nombre de programmes existe aux niveaux fédéral et provincial, notamment les programmes PUSH de $125 millions, PASEM de $4 millions, et les $114 millions prévus aux termes d'ententes fédérales-provinciales pour la conservation énergétique et la démonstration des énergies renouvelables. Le Conseil national de recherches a contribué $10 millions par année, la province de l'Ontario a un programme de $50 millions et il existe d'autres programmes au Québec, en Colombie-Britannique et dans les autres provinces.

En tout, on prévoit dépenser quelque $275 millions en fonds publics. A ce montant nous pourrions ajouter quelque $30 millions du secteur privé dans le cadre de projets à frais partagés aux termes d'ententes fédérales provinciales ou de programmes analogues. On a donc prévu un total de $300 millions pour le développement de l'industrie.

Seule une agence créée dans le contexte d'un programme de développement industriel serait en mesure de contrôler l'utilisation efficace de ces fonds. Une telle agence devrait pouvoir agir rapidement et être autonome.

Quelques mots sur la création d'une telle agence centrale: Au Canada, actuellement, il n'existe pas moins de 10 agences fédérales et dix provinces qui participent au développement de l'industrie solaire. Par exemple le groupe de consultation interministérielle sur l'énergie solaire est constituée de représen-

[*Text*]

agencies; there are 22 members on the committee and some of these include private sector people. The organizational potential exists, but the leadership role is missing. Energy, Mines and Resources, as the policy making instrument for solar, acts as a custodian of this role but the co-ordinating force and commitment must come from an agency which understands industrial development and one which is free to do what is necessary to achieve it.

There is an example in France. The Commissariat à l'énergie solaire, COMES, is a model of such an enterprise which is worth examining in this regard. COMES reports to the Minister of Industry, as do all energy related affairs. It is responsible for developing policy and co-ordinating all solar programs, which are spread, not unlike Canada, in many ministries. It has full authority over its budget and can move as if it were a commercial enterprise. Through this vehicle, France has taken a firm grip on the development of its solar industry.

Canada took a similar approach to development of atomic energy. AECL was established in 1952 with the mandate to develop the peaceful uses of atomic energy. The company reports directly to the Minister of Energy, Mines and Resources, receives an annual budget from Parliament, and is not expected to make a profit. It was given almost complete authority over the spending of its annual budget.

Mr. MacBain: Do not worry about making a profit.

Mr. Gatrill: It had an industrial development role, and importantly, it had an industrial development strategy that included Ontario Hydro as a partner, and subsequently as a market.

The challenge of building a solar industry is no different from that of atomic power. It is entirely different from the development of a resource based energy such as oil and gas. Solar is not the extraction of a resource, it is the development and application of technology. It is infinitely more difficult in some respects, because it requires the co-ordination of a whole series of events that reach into almost every area of commercial and industrial activity.

The complexity of building such an industry demands an industrial development strategy and an organization with authority to carry it out. The identification of this central agency and the formulation of such an industrial strategy must begin immediately.

For solar, time is of the essence. Unlike resource based energy, it cannot be secured by securing the property rights over a geographical area. The commercial benefits of solar heating will go to the producers of the equipment.

The industrial development strategy: The first consideration is to form a national goal. Energy, Mines and Resources have identified 100 petajoules as a possible goal, but no commitment has yet been made. A firm commitment to this must be made.

[*Translation*]

tants de dix agences gouvernementales. Son Comité comporte 22 membres dont certains du secteur privé. Donc le potentiel existe, mais la direction n'y est pas. Le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, en tant qu'organisme décisionnel en matière d'énergie solaire, assume ce rôle mais la coordination et l'engagement doit venir d'une agence qui comprend le développement industriel et qui est libre de faire ce qui doit être fait pour l'atteindre.

Nous avons un exemple d'une telle agence en France, le Commissariat à l'énergie solaire, COMES. Le Commissariat relève du ministre de l'Industrie comme c'est le cas d'ailleurs pour tout ce qui a trait à l'énergie. Il est chargé d'élaborer des politiques et de coordonner tous les programmes solaires qui sont répartis, contrairement au Canada, dans différents ministères. Il est maître de son budget et peut fonctionner comme une entreprise commerciale. Grâce à ce moyen, la France a vraiment prix en main le développement de son industrie solaire.

Le Canada a adopté une solution analogue lorsqu'il s'est agit du développement de l'énergie atomique. Énergie atomique du Canada Limitée a été créée en 1952 avec le mandat de mettre au point des moyens d'utilisation pacifiques de l'énergie atomique. L'organisme relève directement du ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources. Son budget annuel est approuvé par le Parlement et on ne s'attend pas à ce qu'il réalise des profits. Il a presque complète autorité sur ces dépenses.

M. MacBain: Ne vous inquiétez pas au sujet des profits.

M. Gatrill: Son rôle était le développement industriel et plus important un programme de développement industriel qui comprenait la participation d'Hydro-Ontario comme associé et par la suite comme marché.

Le défi que présente l'établissement d'une industrie solaire ne diffère pas de celui de l'énergie atomique. Il est différent du point de vue développement des ressources énergétiques c'est-à-dire le pétrole et le gaz. L'énergie solaire ne comporte pas l'extraction d'une ressource, c'est le développement et l'application d'une technologie. C'est infiniment plus difficile à certains égards car elle exige la coordination de toute une série de circonstances qui touchent presque tous les secteurs d'activités commerciales et industrielles.

La complexité du développement d'une telle industrie exige l'élaboration d'un programme et l'établissement d'une organisation dotée d'une autorité de l'exécuter. Il faut absolument que cet agence soit mis sur pied immédiatement et que le programme industriel soit élaboré.

Pour l'énergie solaire, le temps est primordial. Contrairement aux ressources énergétiques conventionnelles, on ne peut lui garantir sa survie en obtenant les droits de propriété sur une région géographique. Les avantages commerciaux du chauffage solaire iront au fabricant du matériel.

Le programme de développement industriel: Il faut avant tout se fixer un but national. Le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources a fixé comme but réaliste, 100 pétajoules, mais ne s'y est pas encore engagé. Il faut un engagement sérieux.

[*Texte*]

An industrial development strategy would involve a variety of activities, of which the present PUSH program would form only a part. Many of these activities, incidentally, are ongoing in Canada already at the present time, but they lack a driving and co-ordinating hand.

The following would be elements in this strategy.

Research and development would be used as a strategic element in the development of the industry. Areas of R & D of critical importance would be singled out for specific attention. Funding would be allocated in a highly focused way to achieve the required objective. NRC is presently funded to about $10 million a year, although in fact it does not succeed in spending that amount of money.

Mr. MacBain: Mr. Chairman?

The Chairman: Yes.

Mr. MacBain: I hate to interrupt the speaker because I am enjoying it . . .

The Chairman: Is this on a point of order, Mr. MacBain.

Mr. MacBain: It is and it is not. I think we are going to run out of time. Some of us have some questions we would like to put, and we have it in front of us. I am wondering if he could summarize a little bit to give us more time to get the maximum benefit out of this presentation. This is one of the best presentations we have had, and if we had all afternoon, I would not interrupt at all, Mr. Chairman. I just wonder if instead of reading he would summarize each point, because we have it in fromt of us, and this would give us time to get more ideas later. It is just a suggestion.

• 1620

The Chairman: I think the point is well taken, and it is a very good brief. It is unfortunate, Mr. Gatrill, that we were not able to receive this prior to your appearance here, which we try to request from witnesses because of the importance of the briefs. It is obviously very well written, however, could you summarize in a couple of minutes because we do have other witnesses which we promised we would try to hear by 4.40 p.m.

Mr. Gatrill: Very well, I will do that.

The Chairman: Thank you.

Mr. Gatrill: I would like to look at market expansion. The need for market is vital for the solar industry. Current policy suggests that research and development alone can create an industry. This is not the case, in our view. To create a market we require three initiatives from the government. One is that the PUSH program should be diversified to include projects that will be installed on buildings in the private sector in addition to those of the public sector. There are many reasons for doing this and I will summarize a few of them. The first would be that PUSH is unable to spend at the appropriate rate. By going to the private sector, projects will come forward at a much faster rate because the private sector can move

[*Traduction*]

Un programme de développement industriel comporterait diverses activités dont le programme PUSH n'en constituerait qu'une partie. Soit dit en passant de nombreuses activités de ce genre existent actuellement au Canada, mais on manque de direction et de coordination.

Les points suivants devraient être inclus dans un programme comme celui dont il est question.

La recherche et le développement seraient utilisés comme éléments stratégiques pour le développement de l'industrie. Il faudrait prêter une attention particulière à certains domaines de recherche et de développement, d'importance critique. Le financement serait pour des projets bien particuliers afin de réaliser les objectifs. Le CNR reçoit présentement quelque $10 millions par année bien qu'en fait il ne parvienne pas à dépenser tout ce budget.

M. MacBain: Monsieur le président?

Le président: Oui.

M. MacBain: Je m'en veux d'interrompre le témoin car c'est très intéressant . . .

Le président: Vous avez une question de procédure M. MacBain?

M. MacBain: Oui et non. Je crois que nous allons manquer de temps. Certains parmi nous avons des questions à poser. Je me demande si le témoin ne pourrait pas résumer. Cela qui nous donnerait plus de temps pour lui poser des questions et ainsi profiter le plus possible de ce qu'il a à nous dire. C'est une des meilleures présentations qui nous a été donné d'entendre, et si nous avions tout l'après-midi, je n'aurais pas interrompu le témoin monsieur le président. Je me demande par contre s'il pourrait résumer chaque point étant donné que nous avons le mémoire devant nous et que nous pourrons y puiser des idées plus tard. Ce n'est qu'une suggestion.

Le président: Je crois que vous avez raison et que c'est un très bon mémoire. Il est malheureux M. Gatrill que nous n'ayons pu le lire avant que vous comparaissiez. C'est ce qui se produit normalement. Il est évident qu'il a été bien préparé. Cependant pourriez-vous nous le résumer en quelques minutes puisque nous devons entendre d'autres témoins vers 16 h 40 cet après-midi.

M. Gatrill: Très bien.

Le président: Merci.

M. Gatrill: Je vais passer immédiatement à la question de l'expansion du marché. Le besoin d'un marché est vital pour l'industrie solaire. D'après les politiques gouvernementales actuelles, on semble penser que les programmes de recherche et de développement sont en mesure seuls de créer une industrie. Ce qui n'est pas le cas à notre avis. Pour créer le marché, le gouvernement doit entreprendre trois choses: la première, le programme PUSH doit être diversifié de façon à inclure les projets d'installation de systèmes sur des immeubles du secteur privé outre que sur ceux du secteur public, et ce pour plusieurs raisons. En voici quelques-unes: la première est que l'on n'est pas en mesure de dépenser le budget prévu dans le cadre du

[*Text*]

more quickly. Currently, it takes something like 12 months from the identification of a project to its completion in the PUSH program. The size of the market can be increased on a cost-sharing basis when the PUSH program provides, say, 66 per cent and the private sector provides 33 per cent. Thus the PUSH money can be leveraged up to $166 million.

Many solar projects are "force fits" on government buildings. By extending PUSH to the private sector, we can take advantage of those applications that use a lot of hot water at appropriate times of the year to demonstrate the effectiveness of solar energy. This will be specific true of domestic hot water. There are very few residential applications within the Government of Canada and domestic hot water has a particular relevance for the industry because it is this area where the industry in the United States has grown strong. The PUSH program is heavily skewed in the direction of large projects. In fact, of 54 projects that are to be tendered shortly there are only eight projects that one could qualify as residential scale. These would be domestic hot water systems to be installed on post offices, for example.

Consumer market incentives: These are vital to the industry for building the market, and they should be introduced immediately. A private market is required not only because it will provide value to the industry but because it will provide the necessary learning process of developing a capability to market to the private market, and this capability must be there in time to complete with American or other imported technology. Two major factors prevent consumers from purchasing solar heating. First, with the exception of swimming pool heating, solar systems are generally not cost effective at the consumer level when they are compared with energy sources that enjoy a variety of subsidies that hold down their price. Secondly, the installation cost requires the consumer to make a front-end capital investment. Consumers are reluctant to do this when they can purchase energy on a monthly basis.

Financial incentives must be introduced to the industry, and we believe the most cost effective way of doing this is by the creation of a grant of $800 for the purchase of solar heating equipment, and in addition to that, the introduction of a financing program which will enable the consumer to get financing for the balance of the total cost of the system. In a financing program of the kind we suggest, consumer payments go up as the cost of conventional energy similarly goes up. Thus the consumer's contribution would be equal to what it would have been were he consuming conventional energy in any event. This program could be analogous to the $800

[*Translation*]

programme PUSH. En appliquant le programme également au secteur privé, les projets se réaliseront à un rythme plus accéléré, le processus de décisions dans le secteur étant plus rapide. Actuellement, un projet soumis dans le cadre du programme PUSH doit attendre 12 mois avant de pouvoir être mis sur pied, s'il est accepté. Le marché prendra plus d'envergure si on adoptait la formule du partage des coûts selon laquelle le programme PUSH contribuerait 70 p. 100 et le secteur privé 33 p. 100. Ainsi le budget prévu pour le programme PUSH aurait une valeur réelle de $166 millions.

De nombreux systèmes doivent être modifiés considérablement en prévision de leur installation sur des immeubles gouvernementaux. En incluant le secteur privé dans le programme PUSH, nous pourrions tirer avantage des applications qui utilisent beaucoup d'eau chaude à certaines périodes de l'année pour démontrer l'efficacité de l'énergie solaire, en particulier les systèmes d'eau chaude domestique. Il existe très peu de possibilités d'application résidentielle au sein du gouvernement au Canada et l'eau chaude domestique est particulièrement pertinente pour l'industrie car grâce à ce secteur que l'industrie américaine a pris considérablement d'expansion. Le programme PUSH est surtout axé sur des applications relatives à des projets d'envergure. En fait, des 54 projets qui seront soumis sous peu, 8 seulement peuvent être qualifiés comme étant d'échelle résidentielle. Ce sont par exemple des projets d'installation de système d'eau chaude domestique dans les bureaux de poste.

Encouragements aux consommateurs: L'adoption de mesures d'encouragement est vitale pour l'expansion du marché et ces mesures devraient être adoptées sans délai. Nous avons besoin du marché du secteur privé non seulement parce qu'il fera croître l'industrie mais parce qu'il fournira l'expérience nécessaire au développement d'un potentiel capable de répondre à la demande d'un marché, et ce potentiel doit être en place pour concurrencer avec la technologie américaine et celle d'ailleurs. Deux facteurs principaux empêchent le consommateur de se procurer un système de chauffage solaire. Le premier, à l'exception du chauffage de piscine, est que les systèmes solaires ne sont pas généralement rentables pour le consommateur lorsqu'on le compare aux autres sources énergétiques qui profitent d'une gamme de subventions pour empêcher leur augmentation. En second lieux, le consommateur doit investir une somme considérable au moment de l'installation du système. Il est moins enclins à le faire lorsqu'il lui est possible de se procurer de l'énergie qu'il peut payer sur une base mensuelle.

Le gouvernement doit adopter des mesures incitatives pour encourager l'industrie et nous croyons que la meilleure façon de s'y prendre serait d'accorder une subvention de $800 au titre du matériel de chauffage solaire et également l'adoption d'un programme de financement qui permettra aux consommateurs de bénéficier d'un financement avantageux pour l'installation de son système au complet. Le programme que nous proposons prévoit une augmentation des paiements du consommateur proportionnellement aux augmentations du coût de l'énergie conventionnelle. Ainsi, la contribution du consommateur serait la même que s'il utilisait une source d'énergie

[*Texte*]

front-end grant for conversion away from oil and gas that presently forms part of the national energy program, although it should not be tied to a substitution away from oil and it should be non-taxable. We have made an estimate of the economic impact of this and we would urge the committee to make an economic assessment at the appropriate level of detail to determine the kinds of conclusions we have drawn from our own analysis.

• 1625

There is another area that we want to mention: export development. The export opportunities are greater than the domestic potential. Many countries have consumer incentives in place, and particularly the United States with strong markets in California and Florida. Throughout the Carribean, for instance, the cost of electricity is as high as twenty cents per Kwh. This represents a major opportunity for Canadian manufacturers. In addition, the World Bank plans to spend $25 billion on energy production. Countries like Germany have developed a strong industry for their photovoltaics on the strenght of this market. To allow the expansion of those activities that Canadian manufacturers have already made in this area, we need a strong export development program and we need, through CIDA, to finance the installation of solar water heating systems in developing countries.

We have five recommendations, which we have summarized. One, a single agency must be made responsible for the development of the solar industry. This agency must have the freedom to implement an industrial development strategy. Two, research and development must be made an element in industrial development; funding must be increased. Three, the PUSH program must be diversified to include the private sector. Four, financial incentives must be introduced immediately to remove the barrier of front-end capital costs and to equalize consumer energy price differentials. Five, an export development program must be initiated.

That is the end. Thank you.

The Chairman: Thank you, Mr. Gatrill.

To speed things up, I will ask Mr. MacBain and Mr. Gurbin to ask short questions, and we hope we will get short answers.

Mr. MacBain: Thank you, Mr. Chairman; very short.

Could I ask the gentleman if any thought has been given in the industry to treating solar and photovoltaics as one industry rather than two.

[*Traduction*]

conventionnelle. Ce programme pourrait être analogue à une partie du programme d'énergie nationale selon lequel le gouvernement s'engage à verser jusqu'à $800 pour amener la population à changer de système de chauffage, et ce ne devrait pas être nécessairement un système de chauffage au mazout. En outre, la subvention ne devrait pas être imposable. Nous avons fait une estimation de l'impact économique d'un tel programme et nous demandons au Comité de faire également une évaluation économique plus détaillée afin de déterminer si ses conclusions seraient conformes aux résultats de notre analyse.

Un autre point que nous désirons mentionner est l'expansion des exportations. Le marché des exportations offre plus de possibilités que le marché national. De nombreux pays ont adopté des mesures incitatives pour les consommateurs, en particulier aux États-Unis où la Californie et la Floride représentent de très bons marchés. Pour l'ensemble des Antilles, par exemple, le coût de l'électricité atteint jusqu'à 20 cents le kilowatt-heure. C'est un potentiel important pour les manufacturiers canadiens. En outre, la Banque mondiale prévoit dépenser $25 milliards pour la production énergétique. Des pays tels que l'Allemagne ont développé leur industrie de fabrication de cellules photovoltaiques en prévision de la demande qui sera ainsi créée. Pour permettre aux manufacturiers canadiens de prendre de l'expansion dans les domaines d'activités où ils œuvrent déjà, nous avons besoin d'un programme d'expansion des exportations fort et, par l'intermédiaire à l'ACDI, d'un programme de financement pour l'installation de systèmes de chauffe-eau solaire dans les pays en voie de développement.

Nous avons cinq recommandations à faire, que nous résumons dans notre mémoire. La première, la création d'une agence unique qui serait chargée du développement de l'industrie solaire. Elle doit avoir la liberté de mettre en œuvre un programme de développement industriel. Deuxièmement, la recherche et le développement doivent être un élément du développement industriel; plus de fonds doivent être prévus à cet effet. Troisièmement, le programme PUSH doit être diversifié de façon à inclure le secteur privé. Quatrièmement, l'adoption, sans délai, de mesures d'encouragement qui auront pour effet d'éliminer l'empêchement premier à la conversion, les frais de premier investissement et de supprimer l'écart de prix qui existe entre les différentes sources d'énergie. Cinquièmement, l'adoption d'un programme d'expansion des exportations.

C'est tout. Merci.

Le président: Merci M. Gatrill.

Pour accélérer les choses, je vais demander à M. MacBain et à M. Gurbin de poser de brèves questions et nous espérons obtenir de brèves réponses.

M. MacBain: Merci monsieur le président. Elles seront très courtes.

Monsieur, a-t-on déjà pensé au sein de l'industrie que la fabrication du matériel d'énergie solaire et des cellules photovoltaiques pourrait faire partie d'une même industrie plutôt que de deux industries distinctes?

[*Text*]

Mr. Gatrill: If you look at the history of the association, you will see that it started with the first series of manufacturers who were involved, in fact, in water heating appliances. We have been approached by the photovoltaic people who are now beginning to get organized themselves, and we do anticipate embracing their activities within our association.

Mr. MacBain: I think that would be wise. That is just a statement of fact, without having all the information that I would like to have. I really enjoyed this presentation, and I apologize again for the interruption that I caused. You have given us some good suggestion and I am sure Mr. Clay can get in touch with you as he develops your recommendations; putting them into the proper wording for our report and things like that.

I want to throw out a question to you. Is your association commercially, from an accounting standpoint and from a staff standpoint, sophisticated enough that there might be a possibility of some innovation here in government help and support? You suggest that we follow the French COMES, and I like the idea; but I want to go a little further. You do not actually have to think about it this afternoon; but if you like this idea you can carry it on further with Mr. Clay. The idea is that instead of just going ahead like the French did, and we may very well have to do that, for photovoltaics and solar heating, would you as the private enterprise, your national association, be interested in becoming the body that does what you want to do, rather than another government agency like AECL, for example, doing it?

It is just a thought. One reason I put it to you is that you are young, it is a young industry. You have not got all the old ideas of labour management government problems that others have developed like the coal industry, for example. In Germany, in particular, they are very innovative as to how they operate as far as management, labour and government are concerned; they have a tripartite approach.

• 1630

I am wondering if this is an industry where we could be a little innovative, and stop the separate roles of labour, management and government. Perhaps you could say to government, this is a small industry we are talking of funding for a small volume of sales and so forth; we want to experiment with the idea which is being tried in Germany.

Why do you not come up with the idea? This is the industry to try it in. I am not saying it is going to succeed. It may not succeed. But why not come out and say to this committee: Why the hell do you not recommend to the government something a little different? Why do you not say it to this industry of ours? We are sophisticated enough; we are interested enough; our management is interested. We have only a small number of employees relatively speaking. We can transfer the interest from management to our employees and, then, if we can get government interested, why not take a different approach in photovaltaics and solar?

[*Translation*]

M. Gatrill: Si vous regardez les antécédents de l'Association, vous remarquerez qu'au début elle était composée de manufacturiers de chauffe-eau. Les tenants de l'utilisation de cellules photovoltaiques nous ont approché. Ils commencent maintenant à se regrouper et nous prévoyons les inclure dans notre Association.

M. MacBain: Ce serait sage. Ce n'est qu'un énoncé de faits, puisque je n'ai pas tous les renseignements que j'aimerais avoir là-dessus. J'ai trouvé votre présentation très intéressante et de nouveau je m'excuse de vous avoir interrompu. Vous avez fait d'excellentes suggestions et je suis sûr que M. Clay pourra entrer en contact avec vous au cours de son étude de vos recommandations pour l'aider avec la terminologie ainsi de suite.

J'ai une autre question à vous posez. Du point de vue de la comptabilité et du point de vue du personnel, votre Association a-t-elle assez de maturité pour recevoir l'aide et l'appui du gouvernement? Vous proposez d'adopter le modèle français, COMES. C'est une excellente idée. Je désire pousser le sujet un peu plus cependant. Vous n'avez pas à me répondre cet après-midi, mais vous pourrez en discuter avec M. Clay. Mon idée est la suivante: au lieu d'adopter le même modèle que la France, bien que nous n'ayions pas le choix en ce qui concerne les cellules photovoltaiques et le chauffage solaire, votre Association nationale serait-elle intéressée en tant qu'entreprise privée à devenir l'organisme qui serait chargé de faire ce que vous proposez plutôt qu'une autre agence gouvernementale comme l'Énergie atomique du Canada Limitée par exemple.

Ce n'est qu'une idée. Si je vous la soumets c'est que vous êtes une jeune industrie. Vous n'êtes pas aux prises avec les problèmes de relations ouvrières qui existent ailleurs, dans l'industrie du charbon par exemple. En Allemagne, en particulier, on est très innovateur en matière de relations ouvrières. Au niveau du secteur public, on a même adopté une approche tripartite.

Je me demande si justement votre industrie ne pourrait pas être quelque peu innovatrice dans ce sens, c'est-à-dire qu'on ne ferait pas de distinction entre la main-d'œuvre, la direction et l'administration publique. Vous pourriez peut-être dire au gouvernement qu'en étant une petite industrie il s'agit d'un financement et d'un volume de vente restreints ainsi de suite et que voous désirez tenter la même expérience qu'en Allemagne.

Pourquoi ne le proposez-vous pas? C'est précisément l'industrie où il faudrait l'essayer. Je ne dis pas que ça va réussir. Il se pourrait que ce soit un échec. Mais pourquoi ne demandez-vous pas au Comité: Pourquoi bon Dieu ne recommandez-vous pas au gouvernement de faire quelque chose de différent? Pourquoi ne le dites-vous pas à l'industrie? Nous avons acquis une certaine maturité; nous sommes intéressés; la direction est intéressée; nous n'avons qu'un petit nombre d'employés, relativement parlant; nous pouvons transférer l'intérêt qu'éprouve la direction aux employés et ensuite intéresser le gouvernement. Pourquoi ne pas prendre une approche différente pour ce qui est des cellules photovoltaiques et de l'énergie solaire?

[*Texte*]

That is why I would like to get them both together because I think they are closely linked. And I do not want you to waste time on an answer this afternoon. But why do you not throw something challenging like that at the committe in a separate memorandum which you could give to our Clerk? He could see that all members get copies, and we would bring it to our business meetings and discuss it and give it consideration—something along the lines you are suggesting but as an alternative to jumping the way France has jumped. I am not overlooking the way France has gone. I will say this right now, without knowing any more, Mr. Chairman, we should not go the way France has gone—that would be a terrible mistake—but there is a better way and, as a minimum, you have got to carry out your recommendations. I think this committee has got to go along those lines.

But I would like to go a little further. Do you know what I mean? I would like us to be innovative. I do not want to waste time because I am taking more time now really than I should. And I do not want an answer this afternoon, other than to learn if you would be interested in going back and taking a look at a complete new package emphasizing how we should handle it, even as an alternative. Perhaps you could throw in your ideas as a postcript to what you have already done. And I am not suggesting that the committee as a whole would like it, or even that the government would like it. But if there is ever a chance for us to move in a tripartite arrangement on an industry, surely it is going to be a new one. You are a new industry. We want to help. We think solar has a place. I am not going to say any more, but thank you for your presentation.

Mr. Gatrill: I will answer to the extent that your proposition is intriguing. You are quite correct, we are young and ambitious. I think we would give it every consideration.

The Chairman: Mr. Gurbin, followed by Mr. McCauley.

Mr. Gurbin: Thank you, Mr. Chairman. I know we have limited time here. I wil start by asking if you have had the opportunity to examine the way the Americans have approached the subject in terms of the co-ordination and development of their procedures—in fact how they are trying to develop their entire solar industry. If you could comment on that, I will just stop there, and let you proceed.

Mr. Gatrill: I think the principal over-riding character of the way they have developed the solar industry in the United States is that they have let the market develop it by the introduction of consumer incentives. These have brought forth a very healthy market, but I think in doing it that way, there are probably some mistakes that they have made. I would venture to suggest that the means by which they have introduced consumer incentives have probably led to higher costs for solar at the front end than would have resulted if done otherwise. That is chiefly because of the tax credit factor. Obviously the marginal dollar costs for a solar system is a function of the tax rate of the individual; so what many companies have done is to front load their costs to take full advantage of the tax credit. In the long run, that may not be

[*Traduction*]

C'est pourquoi je voudrais voir ces deux technologies réunies car je crois qu'elles sont étroitement liées. Je ne veux pas que vous preniez de votre temps pour me donner une réponse cet après-midi. Mais pourquoi n'en faite-vous pas la suggestion au Comité dans une note de service que vous pourriez remettre au greffier? Il en remettrait des copies à tous les membres et nous pourrions en discuter à notre réunion à huis clos et proposer quelque chose qui serait conforme à ce que vous nous suggérez mais qui ne serait pas nécessairement conforme au modèle français. Je ne dis pas qu'il ne faut pas tenir compte de ce modèle. Sans en savoir davantage monsieur le président je dis que nous ne devons pas faire ce qu'on a fait en France, ce serait une erreur. Il existe une meilleure façon et vous devez au moins réaliser vos recommandations. Je crois que c'est ce que devrait faire le Comité.

Je ne sais pas si vous comprenez ce que je veux dire mais je crois que nous devrions être davantage innovateur. Je ne veux par perdre de temps puisque j'en prends déjà plus que je ne devrais. Je ne veux pas qu'on me donne une réponse cet après-midi outre que de savoir si vous êtes intéressés et si vous êtes en mesure de le faire. Peut-être pourriez-vous ajouter vos idées, et je ne dis pas que le Comité dans l'ensemble serait intéressé ou même que le gouvernement le serait, mais si jamais nous décidons d'opter pour une solution tripartite en matière de relations industrielles, il faudrait sûrement que ce soit en faveur d'une nouvelle industrie. N'êtes-vous pas une nouvelle industrie? Nous voulons vous aider. Nous croyons que l'énergie solaire a sa place. Je n'en dirai pas plus, merci pour votre présentation.

M. Gatrill: Je réponds dans la mesure où votre proposition m'intrigue. Vous avez absolument raison, nous sommes jeunes et ambitieux. Je crois que nous allons étudier votre proposition très attentivement.

Le président: M. Gurbin puis M. McCauley.

M. Gurbin: Merci monsieur le président. Je sais que nous n'avons pas beaucoup de temps. Je vais d'abord commencer par vous demander si vous avez eu l'occasion d'étudier ce qu'ont fait les Américains en matière de coordination du développement de leur industrie. En fait, quel est le programme général de développement. Pourriez-vous me faire part de ce que vous en pensez. Je m'arrête là et je vous laisse la parole.

M. Gatrill: Je crois que l'aspect le plus important de l'industrie solaire américaine est qu'on a laissé le marché se développer en offrant des mesures d'encouragement aux consommateurs. Ces mesures ont eu l'effet de créer un marché très sain, mais je crois qu'en procédant ainsi on aussi commis des erreurs. J'irais même jusqu'à dire que la solution américaine a fait augmenter les coûts de l'énergie solaire pour le consommateur plus que si on avait adoptéé une autre solution. C'est en grande partie attribuable crédit fiscal. Le coût marginal d'installation d'un système solaire est fonction du taux d'imposition du particulier. Ainsi nombre de compagnies ont augmenté leur prix afin de tirer plein avantage du crédit d'impôt. A long terme ce n'est peut-être pas la meilleure solution. On a cependant réussi à développer le marché.

[*Text*]

the best way to do it. But essentially, taking a market development-first approach has certainly been successful in the United States.

Mr. Gurbin: That is an important point, and that is actually my second question. I would really like to zero in on the management of the industry itself. This inquiry is a little along the same line of questioning that Mr. MacBain took, but a little different viewpoint. It is my impression that as they have tried to centralize and co-ordinate their entire approach, they have created for themselves a magnificent problem as well. They do not seem to be functioning particularly well, as far as I can understand. I would like to be corrected if I am wrong; but that was my impression.

• 1635

I will just stop there. I have one more question and then I will pass to Mr. McCauley.

Mr. Richard Davies (Chairman, Canadian Solar Industries): In typical U.S. fashion, they have approached the whole development of the industry and the management of the industry with a lot of enthusiasm and a lot of dollars. They have made a lot of mistakes, and they are mistakes from which we are learning and have learned and hopefully in the future will continue to learn. But it has been the level of enthusiasm in the States which has basically created an industry which is so significantly more vibrant than our own at the present time.

Mr. Gurbin: But the actual management of it—because this is the key point I think you are raising on an important issue. I think we all want to have as effective a program as we can, whatever percentage we dedicate ourselves to. But they now have total control of development in all their programs in one specific area in Denver. That is what they are attempting to do. And it appears to me they are having a significant amount of difficulty doing it that way. So that is why I am coming back again and asking you if you really feel that is the most appropriate way to do it, having seen what they are doing.

Mr. Davies: Basically their scientific development group is based in Denver. The Department of Energy in Washington has basically been the agency which has been responsible for the commericalization.

Mr. Gurbin: Well, really not . . .

Mr. Davies: But SERI itself . . .

Mr. Gurbin: SERI is supposed to be the agent for the Department of Energy, as far as I understand.

Mr. Davies: It is supposed to be, yes. Itthas taken some rather individual tacks of late. It has gone off generally in its own direction. But from an administrative point of view, a number of mistakes have been made in the U.S. The over-all centralization of it, on the one hand, through DOE and then through Argonne Labs, SERI, and a couple of other agencies focusing research in specific areas, has caused some problems. On the other hand, you have had in the States a decentralization in incentives. You have not only the federal government incentive in the States, you have a wide variety of state incentives. So on the one hand the federal government has had some kind of centralizing force in R&D and has focused on

[*Translation*]

M. Gurbin: C'est là un point très important, qui m'amène à ma seconde question au sujet de la gestion de l'industrie en tant que telle. Ma question est en quelque sorte parallèle à celle qu'a posé M. MacBain mais avec un point de vue quelque peu différent. J'ai l'impression qu'aux États-Unis on a essayé de centraliser et de coordonner le programme et qu'on s'est créé un problème de taille en cours de route. Sauf erreur, ce programme ne fonctionne pas très bien. Vous pourrez me corriger si je me trompe mais c'est l'impression que j'ai.

Je m'arrête ici. J'ai une autre question et ensuite je laisserai la parole à M. McCauley.

M. Richard Davis (Président de l'Association canadienne des industries solaires): Comme toujours aux États-Unis on a cru que l'enthousiasme et l'argent suffiraient pour développer l'industrie et lui donner une orientation. On a fait beaucoup d'erreurs. Nous avons beaucoup appris de ces erreurs et nous espérons qu'il continuera d'en être ainsi à l'avenir. C'est surtout l'enthousiasme aux États-Unis qui a créé l'industrie, une industrie beaucoup plus effervescente que la nôtre actuellement.

M. Gurbin: Mais qu'en est-il de la gestion car à mon avis c'est là la clé. Nous voulons tous un programme qui soit des plus efficaces peu importe jusqu'où il faudra donner de notre propre personne. Dans une région particulière, à Denver, l'industrie a été dotér des moyens nécessaires pour son développent par le truchement de différents programmes. On semble néanmoins éprouver énormément de difficulté. C'est pourquoi je vous demande encore une fois si vous croyez vraiment que c'est la meilleure façon de s'y prendre, compte tenu de ce qui se fait?

M. Davies: Fondamentalement, toute la recherche scientifique se fait à Denver. Le Département de l'Énergie à Washington est en réalité l'Agence qui est chargée de la commercialisation.

M. Gurbin: Alors ce n'est pas . . .

M. Davis: Mais SERI . . .

M. Gurbin: SERI est censé être le représentant du département de l'Énergie n'est-ce pas?

M. Davis: Il est censé l'être oui. Son orientation a changé dernièrement. Le programme a pris une orientation toute personnelle. Du point de vue administration, les États-Unis ont commis certaines erreurs. La source d'une partie des difficultés est d'une part la centralization par l'intermédaire de Département de l'Énergie et ensuite les laboratoires Argonne, SERI et une ou deux autres agences qui font de la recherche dans des domaines particuliers. D'autre part, on a adopté des mesures pour encourager la décentralisation. Il n'y a pas que le gouvernement fédéral qui adopte des mesures incitatives, il y a aussi les gouvernements d'États. Ainsi d'une part le gouvernement fédéral agit comme une force centralisatrice en matière

[*Texte*]

some specific technologies, through SERI, through DOE, through Argonne Labs and a few of the other agencies which they have funded directly. On the commercialization, they have not centralized to such a great extent. And I think it is the decentralization of the market creation, which Mr. Gatrill raised earlier about tax incentives to get away from a single market, which can pretty well determine which way the industry is going to go and which is what is happening in Canada at the present time.

Mr. Gurbin: This is my final question, and I will try to be very brief. In supply, ow much you can really gain from the solar opportunities, we have had a number of what to me are conflicting viewpoints on what the real opportunities are. Certainly as far as the larger projects are concerned, there is room to be very critical of how effective these are. You seem to be limiting yourself to smaller units: home-size, domestic-size units. Where do you stand on the actual opportunity in Canada for projects of different sizes?

Mr. Gatrill: The reason we concentrated on domestic hot water systems in the presentation is really that they are a surrogate for all systems, in some respects. When we were talking about the level of activity of 4 million units, we meant equivalent units. I think we said that at the time.

The opportunities for solar in Canada will depend entirely on the location and tax structures of the entities that may purchase them. For instance, in the case of the current national energy plan, which does not provide a direct incentive for commercial enterprises to convert to gas, for example, they represent a potential market. They would anyway. In the case of consumers they represent, under the present tax structure, less of a market.

• 1640

The applications for solar are across the entire spectrum of activity, ranging from swimming pools, domestic water systems, space heating systems for residences and commercial applications to large-scale industrial process hot water applications, for instance, the kind of thing that Campbell Soup might employ.

The Chairman: Mr. McCauley, please.

Mr. McCauley: I would like to pick up on a point that I thought Mr. Gurbin was going to go into. Given the fact that the sun rises in the east and sets in the west and that in between it shines in different areas of the country with different strengths, I have a gut feeling that solar power or solar energy is not really viable in vast areas of this country. Have you any comment on that?

Mr. Davies: Strangely enough, the intensity of solar radiation does not vary dramatically anywhere in the world.

Mr. McCauley: I beg to differ. I have seen maps of here and the United States where the North American continent . . .

[*Traduction*]

de recherche et de développement et s'intéresse à certaines technologies particulières, par l'intermédiaire de SERI, de Département de l'Énergie, des laboratoires Argonne et quelques autres agences qui sont directement financées par lui. Pour ce qui est de la commercialisation, les efforts de centralisation n'ont pas été aussi considérables. Et je crois que c'est la décentralisation du marché que faisait allusion plutôt M. Gatrill lorsqu'il parlait d'encouragements fiscaux pour éviter la création d'un marché unique qui déterminerait à toute fin pratique de l'industrie, ce qui se produit au Canada actuellement.

M. Gurbin: Voici ma dernière question et je vais être très bref. En ce qui concerne les approvisionnements, quelles sont vraiment les possibilités qu'offre l'énergie solaire car à nous avons entendu des points de vue contradictoires à ce sujet. Il va sans dire qu'en ce qui concerne les projets d'envergure, il est plus facile d'être critique sur leur efficacité. Vous semblez vous restreindre aux unités résidentielles, de petite capacité. Quelles sont vos idées en ce qui concerne les projets de différentes tailles au Canada?

M. Gatrill: La raison pour laquelle nous avons surtout parlé de systèmes d'eau chaude domestique dans notre mémoire est qu'ils sont représentatifs de tous les systèmes, à certains égards. Lorsque nous parlons du niveau d'activité de 4 millions d'unités, nous parlons d'unité équivalente. Je crois que nous l'avions précisé.

Les possibilités de développement de l'énergie solaire au Canada seront entièrement fonction du lieu géographique et du taux d'imposition de ceux qui pourraient l'adopter. Par exemple, dans le cadre du programme national d'énergie actuellement en vigueur, les possibilités sont assez grandes puisque le programme n'encourage pas directement les entreprises commerciales à convertir leur système au gaz par exemple. Elles le feraient de toute façon. Dans le cas des consommateurs le potentiel du marché n'est pas si grand en raison du régime fiscal actuellement en vigueur.

Les applications solaires sont extrêmement variées: chauffage de piscine, systèmes d'eau domestique, chauffage des locaux résidentiels et commerciaux jusqu'au secteur industriel, par exemple des applications qui pourraient intéresser une compagnie comme Campbell.

Le président: Monsieur McCauley.

M. McCauley: Je voudrais poursuivre dans la même ligne de pensée que je croyais que M. Gurbin allait prendre. C'est-à-dire que le soleil se lève à l'Est et qu'il se couche à l'Ouest. Il réchauffe donc le pays à des degrés différents. Ainsi, dans mon for intérieur, je crois que l'énergie solaire ne serait pas vraiment pratique pour beaucoup de régions au pays. Qu'en pensez-vous?

M. Davis: Étrangement, l'intensité des radiations solaires ne varie pas considérablement d'une région du monde à une autre.

M. McCauley: Sauf votre respect, j'ai vu des cartes des États-Unis ou le continent nord-américain . . .

[*Text*]

Mr. Davies: Excuse me, there is a difference between intensity and duration. The intensity does not change dramatically. In March in Ottawa we can get up to 1,200 watts per square metre, which is one of the highest in the world. Our problem, of course, lies in the duration of sun which is available to us. But the energy available to the parts of Canada in which most of the population live, which is the 52nd parallel and south, is such that a significant amount of energy can be derived from solar. We are in not a significantly different position than most of the northern part of the United States, much of which of course exists north of our largest population concentrations.

Mr. J. Ramsden (Treasurer, Canadian Solar Industries): If I may make an example, the tar sands plant which Esso has recently announced that they may not produce is, they say, going to cost $8 billion. Like all the other things that initially come forward, they tend to say they cost less than what they ultimately will . . .

Mr. McCauley: The same thing applies to solar.

Mr. Ramsden: That is true, but the solar technology is a young and innovative technology which is going to decrease in costs, if anybody cares to examine the current trends in any kind of technology that begins and grows. It is not the same as the calculator technology, but we will see certain reductions in cost take place.

But take the tar sands plant. For $8 billion that tar sands plant will produce 125,000 barells a day. When that oil is converted to useful energy, that will produce roughly 90 million GJ a year and the consumer is going to have to pay every year $1.7 billion to $2 billion a year to get that oil, not only making the initial investment but to get it every year. If we installed 7 million domestic hot water heating systems on individual homes, that would cost about $11 billion and you would get 70 million GJ, almost the same as the tar sands plant, and that is the last time you would ever pay the price. That is the kind of opportunity there is with solar heating. It is viable today and it is cost competitive with marginal energy prices marginal energy sources, and it does not have a raft of problems in terms of dislocation of capital or jobs creating pollution and many other things, and it is progress. We are dealing here with what the world is changing to, and that is progress. That is evolution, and solar heating is going to be part of that. You may dispute it, but many people do not and the rest of the world is looking at renewable energy sources and saying that it is common sense.

Mr. McCauley: I think what you are doing here is comparing the best possible scenarios with solar with the worst possible scenarios with other things. All I am doing, I think, is entering a cautionary note. Your optimism is great, but I think there are other factors that should be considered. As far as this committee is concerned, I personnally am a bit more pessimistic than you are.

[*Translation*]

M. Davies: Excusez-moi mais il y a une différence entre l'intensité et la durée. L'intensité ne change pas considérablement. En mars à Ottawa nous pouvons obtenir jusqu'à 1,200 watts par mètre carré, une des plus élevées au monde. Notre problème naturellement se situe au niveau de la durée de la présence solaire. Mais l'énergie disponible dans les régions du Canada où réside la plupart de la population, c'est-à-dire à partir du 52e parallèle et la région située au sud, est telle qu'il est possible de produire considérablement d'énergie solaire. Notre position ne diffère pas énormément de celle de la plupart des régions situées au nord des États-Unis, qui dans de nombreux cas, se trouvent au nord de nos régions où se concentre la population.

M. J. Ramsden (trésorier de l'Association canadienne des industries solaires): Si vous me permettez un exemple, le projet des sables bitumineux qui, d'après ce que vient d'annoncer ESSO, pourrait ne pas voir le jour, coûterait $8 milliards. Comme pour tous les autres projets qu'on a l'intention d'entreprendre, on a tendance à en établir les coûts bien en deçà de ce qu'ils seront éventuellement . . .

M. McCauley: C'est la même chose pour le solaire.

M. Ramsden: C'est vrai mais la technologie solaire est jeune et nouvelle donc les coûts diminueront comme c'est le cas pour toutes nouvelles technologies en période de croissance. Nous ne pouvons la comparer à la technologie des calculatrices. Néanmoins les coûts diminueront.

Pour revenir à l'exemple des sables bitumineux, on prévoit être en mesure de produire 125 000 barils de pétrole par jour si on investit $8 milliards pour la construction d'une usine de traitement. Ce pétrole produira approximativement 90 millions de GJ par annnée et le consommateur devra payer tous les ans $1,7 milliard à $2 milliards pour l'obtenir. Je dis bien tous les ans et non pas seulement en frais de premier établissement. Si nous installions 7 millions de systèmes de chauffe-eau domestique, cela coûterait environ $11 milliards et on serait en mesure d'obtenir 70 millions de GJ, soit presque la même quantité que le projet des sables bitumineux. Mais c'est la seule fois qu'on aurait à payer un tel prix. C'est là l'avantage du chauffage solaire. C'est rentable aujourd'hui et compétitif avec le coût de l'énergie marginale et les sources d'énergie marginales sans les problèmes inhérents au déplacement de capitaux, de création d'emplois, de pollution ainsi de suite, et c'est du progrès. Nous évoluons au même rythme que le reste de la planète. C'est ce que l'on peut appeler du progrès. C'est l'orientation que prend la planète et le chauffage solaire aura sa place. Il se pourrait que vous ne soyez pas d'accord mais d'aucuns le sont et le reste du monde étudie les possibilités qu'offrent les sources d'énergie renouvelables en se disant que c'est une solution censée.

M. McCauley: Vous comparez l'aspect le plus positif du solaire avec l'aspect le plus négatif du pétrole. Je ne veux que faire une mise en garde. Il est encourageant de voir votre optimisme, mais je crois qu'il faut tenir compte d'autres facteurs. En ce qui concerne le Comité, je suis personnellement un peu plus pessimiste.

[*Texte*]

Mr. Davies: If I could just respond to your question, I cannot give you the specific numbers on the average intensity of light on any specific square metre of Canada at the present time, but I could forward it to you and I could also show you its comparison to other areas of the world. The intensity, average over a 365-day year, of solar energy which is falling on a square metre in most of Canada,—I am not saying in the high arctic, but in most of Canada—is not significantly different from that which falls on most of Australia. It certainly is le but it is not dramatically less. There is no more than a 30 per cent difference.

• 1645

The Chairman: I think Mr. Clay would like to make a comment on the last claim put forth by the witness.

Mr. Clay: I just wanted to observe that in comparing the cost of the tar sands plant with the cost of development of a solar energy technology, cost is not the only factor. It also depends on the end use of that energy and it also depends upon the time frame in which you are looking. So that you might very well find that both types of development over a certain period of time are required, and I do not think that is a reasonable argument to advance.

Mr. Ramsden: We do not dispute that. We feel that alternative energies of all types should be pursued. It is just that when you come down to economics, we are making investments in very expensive energy right now. People say solar heating is expensive, and we do not deny it is expensive, but it is no more expensive than where we are putting our other dollars. In that respect it is competitive. The economic argument that solar heating is not economical is only because of the way we structure our existing energy rates today.

Mr. Clay: No, the point I wanted to make is that for the next 10 or 15 years one of the principal problems in Canada is going to be the availability of transportation fuels. Certainly that is not an area in the time scale we are looking at where solar energy will be addressing itself, but a tar sands plant may very well be.

The Chairman: Mr. Portelance, please.

M. Portelance: Merci, monsieur le président.

Monsieur Gatrill, vous avez mentionné la France, à maintes reprises, comme exemple dans le domaine solaire. On a aussi visité certaines installations en France, mnais je ne me rappelle pas avoir entendu dire qu'en France il y avait des subventions ou de l'aide aux particuliers pour aller de l'avant vers l'utilistation de l'énergie solaire. Est-ce bien cela? Une «subvention gouvernementale à l'individu» comme vous le mentionnez ici, je ne me rappelle pas avoir vu en France une méthode semblable utilisée pour promouvoir l'énergie solaire.

M. Gatrill: Excusez-moi, monsieur, je ne parle pas le français.

In France there is available I think, 1,000 francs for the purchase of a domestic hot water system. This was part of a program that was administered by the agency that I referred

[*Traduction*]

M. Davies: Pour répondre à votre question sur l'intensité de la lumière, je ne dispose pas des chiffres précis de ce qu'elle est pour un mètre carré au Canada actuellement. Je pourrais par contre les obtenir et établir une comparaison des différentes intensités dans le monde. L'intensité moyenne annuelle par mètre carré pour la plupart des régions du Canada, et naturellement je ne parle pas de l'Arctique, ne diffère pas énormément de celle de l'Australie. Elle est inférieure il va sans dire mais pas énormément. La différence est d'à peu près 30 p. 100.

Le président: Je crois que M. Clay a quelque chose à dire là-dessus.

M. Clay: Je veux dire tout simplement que lorsqu'on compare le coût du développement des sables bitumineux à celui du développement de la technologie solaire, d'autres facteurs que le coût entrent en ligne de compte. Cela dépend également de l'utilisation finale de l'énergie et de l'échéancier. Donc pendant une certaine période il pourrait s'avérer nécessaire de développer les deux types d'énergie. Je ne crois pas par conséquent que votre argument soit valable.

M. Ramsden: Nous en convenons. Nous croyons également qu'il faut développer différents types d'énergie de remplacement. Du point de vue économique cependant nous croyons que nous sommes en train d'investir des fonds considérables dans une source d'énergie très coûteuse. On parle de la cherté de l'énergie solaire, et nous en convenons, mais ce n'est pas plus cher que ce que nous faisons actuellement avec nos dollars. A cet égard l'énergie solaire est concurrentielle. L'argument selon lequel l'énergie solaire n'est pas économique n'est valable qu'en raison de la structure actuelle des taux énergétiques.

M. Clay: Ce que je veux dire c'est que d'ici les 10 ou 15 prochaines années un des principaux problèmes auquel devra s'attaquer le Canada sera celui de la disponibilité du carburant. Il va sans dire que l'énergie solaire ne pourra répondre aux échéanciers à cet égard mais par contre le projet des sables bitumineux pourrait fort bien être la réponse.

Le président: M. Portelance.

Mr. Portelance: Thank you Mister Chairman.

Mr. Gatrill you cited France several times as an example of what is being done. We have also visited some facilities in France but I do not remember having heard that France had a policy of helping individuals towards the development of solar energy. Is that right?

Mr. Gatrill: Excuse me Sir I do not speak French.

Je crois qu'en France il existe un programme selon lequel un particulier a droit à 1 000 francs qu'il peut utiliser pour l'achat d'un système de chauffe-eau domestique. Le programme est

[*Text*]

to called COMES. It was in fact not considered to be a terribly successful instrument. I am not particularly familiar with the situation in France beyond that.

M. Portelance: Vous parliez de 1,000 francs. Cela représentait quoi par rapport au coût de l'installation? L'installation ne coûtait-elle pas à peu près 25,000 ou 35,000 francs?

Mr. Gatrill: No, 10, I believe. Ten thousand francs.

M. Portelance: Ce serait alors environ 10 p. 100 du coût?

Mr. Gatrill: Yes.

M. Portelance: Ici, avec le nouveau budget . . . Enfin, ce n'est pas encore dans . . . Je sais bien qu'on a un rapport à faire qui . . . Il ne faudrait peut-être pas prendre en considération ce qui se fait déjà, mais en ce qui concerne le budget qui a été présenté dernièrement, est-ce que l'industrie voit d'un bon œil ce qui est recommandé là-dedans? Est-ce qu'il y aura une certaine aide, assez considérable quand même, au cours des années qui viennent?

Mr. Gatrill: In terms of the $800 for the conversion away from oil to gas and electricity?

M. Portelance: Oui.

Mr. Gatrill: No, we do not. And the reason . . .

Mr. Portelance: Enertech was supposed to . . .

Mr. Gatrill: Well, Enertech has potential but to us at this stage Enertech is a name and a location. We know nothing of its mandate and nothing of the criteria under which it will operate.

But in terms of the $800, we do not believe this will have any real effect on solar because the whole thrust of the program is away from oil to gas and electricity.

Mr. Portelance: Or other systems.

Mr. Gatrill: I agree it mentions that, but in those areas of the country where there is no gas, and where electricity is generated by oil, the $800 may be applied to super-insulation. Now, given the fact that the main thrust of the program is . . .

• 1650

Mr. Portelance: That is beside insulation, there is another program.

Mr. Gatrill: No, no, but the $800 that would be available normally from the conversion away from oil to gas and electricity and other resources in, for example, P.E.I., can be applied to greater levels of insulation. Given the level of understanding in the market-place at the present time, this will not result in significant consumer purchases of solar because they will go for the insulation option.

I think the problem, particularly, with that program is that it does not alter the differential consumer costs between solar, gas, electricity or oil. It does not change those differentials. In fact, for gas, it actually widens the differential because gas also enjoys a subsidy in terms of distribution costs through getting a pipeline to the Maritimes, for example. So, in fact, the differentials have been widened.

[*Translation*]

administré par l'agence COMES. Je crois d'ailleurs que ça n'a pas marché. C'est tout ce que je puis vous dire sur ce qui se passe en France en matière d'énergie solaire.

Mr. Portelance: You said 1 000 francs. What percentage is this of the total installation cost which were 25 000 to 35 000 francs?

M. Gatrill: Non 10 je crois. 10 000 francs.

Mr. Portelance: It would then be about 10 per cent of the cost?

M. Gatrill: Oui.

Mr. Portelance: Here, with the new federal budget . . . I know we still have to report . . . Maybe we should take into consideration what is already being done, but as far as the last budget which has been tabled is concerned, what does the industry think of the recommendations? Is there hope of obtaining some substantial support in the future?

M. Gatrill: Est-ce que vous parlez des $800 prévus dans le programme de conversion?

Mr. Portelance: Yes.

M. Gatrill: Non. Et la raison . . .

M. Portelance: Enertech devait . . .

M. Gatrill: En effet Enertech a le potentiel mais au stade où en sont les choses ce n'est qu'un nom et un lieu. Nous ne connaissons pas son mandat ni ses critères d'exploitation.

Mais pour en revenir aux $800, nous ne croyons pas que cette somme aura quelque conséquence sur l'industrie solaire puisque le programme est axé sur la conversion au gaz et à l'électricité.

M. Portelance: Ou à d'autres systèmes.

M. Gatrill: D'accord mais là où il n'y a ni gaz ni électricité produite par des centrales thermiques au mazout, les $800 seront sans doute utilisés pour l'isolation. Compte tenu du fait que le programme est surtout axé . . .

M. Portelance: Ce n'est pas le programme d'isolation mais bien un autre programme.

M. Gatrill: Ce n'est pas ce que je veux dire. Les $800 qui seraient normalement utilisés pour convertir le système de chauffage au gaz ou à l'électricité ou encore à d'autres sources par exemple, à l'Ile du Prince-Édouard, peuvent-être utiliser pour améliorer l'isolation. Compte tenu de l'information qui circule actuellement, la population paiera pour l'isolation plutôt que pour l'achat d'un système solaire.

La principale lacune du programme est qu'il ne diminue pas l'écart de coût qui existe entre le solaire, le gaz, l'électricité ou le pétrole. En fait, pour ce qui est du gaz, l'écart est plus grand car le gaz jouit également d'une subvention au niveau des frais de distribution par exemple pour la construction du gazoduc dans les Maritimes.

[*Texte*]

Mr. Portelance: And the problem with solar is that you also need a back-up system.

Mr. Gatrill: Solar certainly does need a back-up system.

Mr. Portelance: Yes. Thank you.

The Chairman: Mr. Gurbin has a supplementary.

Mr. Gurbin: Just a point of clarification on the last point. I think it should be clear, I think I can speak for Mr. McCauley on this, too, that we certainly do not want to take anything away from solar. In fact, we are both very supportive of it and want to continue to try to be, but in a realistic sense. The issue that we are really trying to raise is the practicality and the realistic opportunity that we have in Canada, certainly as compared to the States. My impression is that it is considerably less and, even at that, is not quite near what you seem to be implying. And that was the kind of question that we were trying to get Mr. Clay to comment on, just in the technical sense, if you would.

Mr. Clay: You mean if I had the same impression that you gained?

Mr. Gurbin: Yes.

Mr. Clay: Yes, I did.

Mr. Gurbin: And what is the actual opportunity in Canada? Is it as good as is being reported here?

Mr. Gatrill: If I could make a couple of comments in that regard, my colleague has illustrated and is better at illustrating than I am, the level of solar intensity across Canada. I am sure that we are quite happy to back that up with more data subsequently. But the fact that Canada may receive less solar radiation than the United States, for instance, only means that the cost effectiveness of the systems are a little more delayed than they would be in the United States. But that is every reason for us to support them earlier or, at least, to support them now because there is no question that the world energy supply is shifting from nonrenewable to renewable resources. It is an inevitable fact. Now, do we want to be part of that or not? If we are not part of it, then I think we are losing a major opportunity.

Mr. Davies: If I may, I think the point made with respect to insulation levels, we have, from the Atmospheric Environmental Service, detailed hour-by-hour insulation values for a large number of locations across Canada. In computing the effectiveness of any system in any particular location, we go back to a computer program which accepts those inputs of weather data, insulation, ambient temperature, et cetera.

I think the point Mr. Ramsden was making, that taking those factors, computing the performance of the system and then comparing it against marginal conventional energy sources, solar is cost-competitive. I think maybe we got off a little bit talking about gross insulation levels. When we do take the average insulation level for Vancouver or for Winnipeg or for Halifax or for wherever, compute it, put it into a program which simulates the performance of, say, a domestic hot water system, the cost per unit of delivered energy is comparable to the cost per unit of delivered energy from some of the margin-

[*Traduction*]

M. Portelance: Une autre difficulté en ce qui concerne le solaire est qu'il faut un système d'appoint.

M. Gatrill: Absolument.

M. Portelance: Très bien. Merci.

Le président: M. Gurbin a une autre question.

M. Gurbin: Un éclaircissement sur ce dernier point. Je crois qu'il faudrait que ce soit clair, et je crois que M. McCauley en conviendra, que nous ne voulons pas déprécier le solaire de quelque façon que ce soit. En fait, nous sommes tous les deux en faveur de cette solution et nous voulons continuer de l'appuyer mais tout en étant réaliste. Ce que nous essayons de dire c'est que par rapport aux États-Unis, nous avons l'impression que le solaire au Canada n'est pas aussi pratique et les possibilités aussi grandes que vous semblez le croire. Et c'est là-dessus que portait l'observation de M. Clay, l'aspect technique.

M. Clay: Vous voulez dire que mon impression est la même?

M. Gurbin: Oui.

M. Clay: Effectivement.

M. Gurbin: Et quelles sont les possibilités au Canada? Sont-elles aussi bonnes qu'on nous le laisse entendre?

M. Gatrill: Si vous me le permettez j'aurais quelques observations à faire au sujet du taux d'intensité solaire au Canada même si mon collègue s'y connaît mieux que moi. Je suis sûr que nous pourrions vous fournir des données statistiques pour étayer ces affirmations. Il se pourrait fort bien qu'au Canada on reçoive moins de radiations solaires qu'aux États-Unis par exemple. Cependant cela ne veut dire qu'à long terme la rentabilité ne sera pas aussi grande qu'aux États-Unis. C'est la raison même par contre pourquoi nous devrions appuyer les efforts qui se font dans cette voie car il n'y a pas de doute à y avoir, le déplacement se fait actuellement vers les ressources renouvelables. C'est inévitable. Que voulons-nous, participer à ce développement ou non? Si la réponse est non je crois que nous laissons passer une occasion unique.

M. Davies: Au sujet du point soulevé en ce qui concerne les taux d'isolation, je crois que le Service de l'environnement atmosphérique dispose de données horaires du rendement des mesures d'isolation adoptées dans différentes régions au Canada. Pour le calcul de l'efficacité d'un système quelconque dans quelque région que ce soit, nous utilisons un programme d'ordinateur qui tient compte de données sur les conditions atmosphériques l'isolation, la température ambiante ainsi de suite.

Je crois que ce que voulait dire M. Ramsden était que si on prenait ces facteurs en considération, qu'on calculait le rendement du système et qu'on le comparait aux sources énergétiques conventionnelles, le solaire serait alors concurrentiel. Je crois que nous avons pris une tangente en quelque sorte lorsqu'on s'est mis à parler du taux d'isolation brut. Par exemple, si on prend le taux d'isolation moyen de Vancouver, de Winnipeg ou d'Halifax ou de quelque région que ce soit, que nous l'analysons par ordinateur dans un programme de simulation du rendement d'un système d'eau chaude domesti-

[*Text*]

al frontier energy resources, which we are proposing to exploit now.

It is the bottom line we are talking about and, as far as insulation affects that, we, with solar, are cost competitive in Canada.

The Chairman: Okay. Before thanking the witnesses, I just wanted to make one short comment and I do not think you will have time to answer this. But I would urge you to keep the lines of communications open with Mr. Clay because the research staff do have further questions for you and we would like you to reply to them so we can include them with the testimony today.

More than once, this committee has been exposed many times to people promoting solar in Canada. It is not the first time, by any means. Of the renewable energies that we have been exposed to, solar is number one; more times than any other. But we have also been exposed to criticisms that some of the material being offered to purchasers in Canada is not up to the standards that people expect of it when they purchase it.

• 1655

The list of your activities given on pages 2 and 3 of your brief includes:

> publishing the Solar Product Data File which provides independent test results and other data on solar collectors and domestic hot water systems.

Also, you are urging the government to do many things, including No. 3 on page 24:

> The development of standards, codes, and consumer protection mechanisms. The CSIA is presently formulating a warranty program for the industry.

I would urge you to include in your own objectives that you are willing and ready and anxious to work with government to establish these standards. I think it will help the industry greatly if the consumer has the impression, when he is buying solar equipment, that he is being protected by somebody. You must be aware of this criticism. I know you have taken steps to correct it just by the testimony you have given us today and I would urge you to keep in touch with Mr. Clay and perhaps not only say that you would like to see these developments made but have suggestions, concrete ideas, on how this could come about.

Thank you very much. It has been a very good afternoon with the solar industry.

Mr. Gatrill: Thank you.

The Chairman: We will have a five minute break.

[*Translation*]

que par exemple, le prix unitaire de l'énergie fournie est comparable à celui fourni par certaines ressources énergétiques marginales, que l'on se propose d'exploiter.

C'est le grand total qui nous intéresse et dans la mesure où l'isolation doit être prise en considération, nous croyons que le solaire est concurrentiel au Canada.

Le président: D'accord. Avant de remercier le témoin, j'aimerais faire un court commentaire même si je ne crois pas que vous ayez le temps de répondre. Je vous encourage à rester en contact avec M. Clay, car le personnel de recherches a d'autres questions à vous poser et nous aimerions inclure vos réponses dans votre témoignage d'aujourd'hui.

Ce n'est pas la première fois que le Comité entend le témoignage des tenants du solaire au Canada. Loin de là. De toutes les énergies renouvelables dont nous avons entendu parler le solaire occupe la première place. Nous avons aussi cependant entendu beaucoup de critiques au sujet du matériel auquel ont accès les consommateurs au Canada, soit qu'il déçoit les attentes de la population.

Parmi vos activités que vous énumérez aux pages 2 et 3 de votre mémoire,

> il y a la publication de statistiques sur les produits solaires qui sont le résultat de tests et d'autres expériences faites avec des capteurs solaires et des systèmes d'eau chaude domestique.

Vous demandez également au gouvernement de faire beaucoup de choses notamment au numéro 3 à la page 24:

> L'adoption de normes, de codes et de mécanismes pour la protection des consommateurs. L'Association est actuellement en train de préparer une formule de garantie qu'offrirait l'industrie.

Je vous encourage à inclure dans vos objectifs que vous êtes prêts à travailler avec le gouvernement pour l'établissement de ces normes. L'industrie ne pourra qu'être considérablement avantagée si le consommateur a l'impression d'être protégé lorsqu'il achète du matériel solaire. Vous êtes sans doute au courant de ces critiques. Je sais que vous avez pris certaines mesures pour corriger la situation, d'après votre témoignage, et je vous encourage donc à garder le contact avec M. Clay et outre que de demander des améliorations peut-être devriez-vous faire des suggestions sur la façon de s'y prendre.

Merci beaucoup. Ce fut un après-midi très enrichissant.

M. Gatrill: Merci.

Le président: Nous aurons une pause de cinq minutes.

[*Texte*]

• 1657

• 1706

The Chairman: Okay, ladies and gentlemen, we will now resume our proceedings.

As our second witness this afternoon, we are pleased to welcome to the committee, from Canadian Energy Development Systems International, Mr. David Henry, President. Mr. Henry, I would ask you to introduce your colleagues. I believe you wish to read a seven- or eight-page statement and you would be ready to answer questions after that.

Mr. David Henry (President, Canadian Energy Development Systems International): Thank you very much, Mr. Chairman.

First, may I introduce my colleague, Mr. James McGill, who is the chief economist of CEDSI.

In introducing my paper, which I look forward to discussing with you, I would like to preface it with an anecdote that I first heard in east Africa. It was told to me by the managing director of the Bata Shoe Company.

Back in 1930 the Bata Shoe Company sent a mission to east and west Africa to explore the possibility of opening shoe manufacturing plants in those African countries. As is the custom in the Bata Shoe Company, everyone was required to cable a report home every Friday afternoon. The gentleman who had gone to west Africa cabled back on Friday afternoon: People here do not wear shoes, no market for shoes; and the gentleman in east Africa cabled back: People have no shoes, great market.

The Chairman: Very good.

Just to interrupt for one second, I do not want the members to think I have ordered our witness to stand up. He wants to do this himself. He feels better speaking when he is standing up.

Mr. Henry: Actually, it is an energy-related ailment.

Mr. MacBain: I thought you wanted to be able to run.

Mr. Henry: I had a back operation five weeks ago as the result of an expedition about a year ago, so it is easier to stand.

The Chairman: Was this while you were selling shoes in Africa?

Mr. Henry: Quite right, yes.

Mr. Gurbin: Mr. Chairman, on a point of order. I feel really obliged to say that there are 60 million shoes floating around in the ocean right now and most of them are Bata. It is a real pollution problem.

Mr. Henry: You can deal with that in the next committee.

Mr. MacBain: We will tell Mr. Roberts about it.

[*Traduction*]

Le président: Mesdames et messieurs nous allons reprendre la séance.

Nous sommes heureux d'accueillir comme deuxième témoin cet après-midi, M. David Henry, président de la Canadian Energy Development Systems International. Pourriez-vous nous présenter vos collègues monsieur Henry? Sauf erreur, vous avez l'intention de lire un mémoire de 6 ou 7 pages. Nous vous poserons des questions par la suite.

M. David Henry (président, Canadian Energy Development Systems International): Merci beaucoup monsieur le président.

Permettez-moi d'abord de présenter mon collègue M. James McGill, économiste en chef de la compagnie.

Avant de commencer la lecture de mon mémoire, que j'ai hâte de discuter avec vous, permettez-moi de vous faire part d'un anecdocte que j'ai entendu pour la première fois en Afrique orientale. C'est un directeur de la compagnie Bata qui me l'a raconté.

En 1930, la compagnie Bata a envoyé des missions commerciales en Afrique orientale et occidentale pour étudier la possibilité d'y construire des manufactures de souliers. La pratique de la compagnie veut que tous les représentants fassent rapport au bureau chef par cablogrammes tous les vendredis après-midi. Un des rapports du représentant qui s'était rendu en Afrique occidentale disait: La population ne porte pas de souliers. Marché inexistant. D'autre part le représentant qui était en Afrique orientale a fait le rapport suivant: La population ne porte pas de souliers, possibilités de marché énormes.

Le président: Très bien.

Je m'excuse de vous interrompre mais je ne voudrais pas que les membres pensent que j'ai demandé au témoin de se lever. Il se sent mieux lorsqu'il est debout.

M. Henry: En fait c'est un malaise relié à la question énergétique.

M. MacBain: Je croyais que vous vous prépariez à courir.

M. Henry: J'ai subi une opération lombaire il y a cinq semaines suite à une blessure que j'ai subie au cours d'une expédition il y a environ un an, ainsi il m'est moins pénible de me tenir debout.

Le président: Était-ce pendant que vous étiez en Afrique?

M. Henry: Précisément.

M. Gurbin: Monsieur le président, il faut absolument que je vous dise qu'il y a présentement 60 millions de souliers qui flottent quelque part dans l'océan et la plupart sont des souliers Bata. C'est un véritable problème de pollution.

M. Henry: Nous pourrions en parler devant un autre Comité.

M. MacBain: Nous le mentionnerons à M. Roberts.

[*Text*]

Mr. Henry: What I have decided to do is to give you an overview of the global situation and then establishe the relationship, in the next decade or two, between Canada and our twenty million people and the rest of the world of four billion people. I should explain that the formative part of my career was spent in Asia where I learned to deal in millions and multiples thereof, so if I tend to speak in millions and billions I am not trying to impress you, it is just the world I have worked in. I worked in Asia and Africa for ten years. I have been back in Canada for five years and until a year ago I worked with the International Development Research Centre, mainly in funding research programs on energy systems.

To begin with, an overview of the global situation.

The relationship between energy and development is straightforward. The process of economic growth is also, in large part, the history of the substitution of other forms of energy for crude muscle power in every type of productive activity in agriculture, industry and the home.

Of the approximately four billion people on earth, one billion consume 85 per cent of the commercial energy: oil, gas, coal and electricity. The middle two billion consume 14 per cent, and the last billion consume 1 per cent of the commercial energy. In the petroleum sector alone, 6 per cent of the world's population accounts for 33 per cent of the annual global consumption.

While Canadians are concerned about their own energy future, they also must become much more concerned about the situation of the three billion people who currently consume 15 per cent of the world's commercial energy. Most of these people are small farmers. Eighty-two per cent of the world's farms are under five hectares in size, 11 acres. The needs of this sector must be given a high priority.

• 1710

The conceptual outline of how to solve many aspects of the energy problem is clear. The much tougher problem of implementation still offers a real challenge. Let us consider the energy problem and the solutions under four headings: how much energy is needed and by whom; what kind of energy is needed; where can we get the energy that is needed; and how can effective energy programs be financed and implemented. Energy is the limiting factor of development.

Development means a change from the situation where basic needs for food, shelter, health, education and employment go unsatisfied to a state where these needs are met. Any such transformation involves energy, whether it be smelting iron ore to form steel or turning a malnourished, impoverished child into a healthy adult capable of achieving full human potential.

In most developing countries, the cost of electricity is almost 20 times higher than in Ottawa, the cost of gasoline,

[*Translation*]

M. Henry: Ce que j'ai pensé faire c'est de vous donner un aperçu général de la situation mondiale et ensuite d'expliquer le rapport qui existera au cours des deux prochaines décennies entre le Canada avec ses 20 millions de population et le reste du monde avec les 4 milliards de population. J'ai acquis une bonne part de mon expérience en Asie où j'ai appris à manipuler les chiffres en millions et en ses multiples alors si j'ai tendance à parler de millions et de milliards ce n'est pas que j'essaie de vous impressionner c'est tout simplement une conséquence de mes antécédents. J'ai travaillé en Asie et en Afrique pendant dix ans. Je suis au Canada depuis cinq ans et jusqu'à il y a un an je travaillais au Centre de recherches international pour le développement, qui s'occupe surtout du financement des programmes de recherches sur les systèmes énergétiques.

D'abord, une explication de la situation mondiale.

Le rapport qui existe entre l'énergie et son développement est sans équivoque. Le processus de la croissance économique est également dans une grande partie, le résultat de la substitution d'autres formes d'énergie pour remplacer la force musculaire brute pour toutes sortes d'activités agricoles, industrielles et résidentielles.

D'une population mondiale de 4 milliards, 1 milliard consomme 85 p. 100 de la production énergétique: le pétrole, le gaz, le charbon et l'électricité. Deux milliards en consomment 14 p. 100 et le dernier milliard 1 p. 100. Uniquement dans le secteur pétrolier 6 p. 100 de la population mondiale consomment 33 p. 100 de la production mondiale annuelle.

Les Canadiens ont raison de s'inquiéter de leur avenir énergétique, mais ils doivent s'inquiéter encore davantage du fait que 3 milliards de personnes actuellement consomment 15 p. 100 de la production énergétique mondiale. La plupart d'entre eux sont des cultivateurs. Quatre-vingt deux p. 100 des fermes dans le monde ont moins de cinq hectares, 11 acres. Les besoins de ce secteur doivent occuper une place prioritaire.

Nous avons une idée générale de ce qu'il faut faire pour résoudre nombres d'aspects relatifs à la question énergétique. Le problème sur lequel nous butons est celui de l'application de ces solutions. Le problème et les solutions peuvent être divisés en quatre rubriques: Qui a besoin d'énergie et en quelle quantité; quel type d'énergie; où se la procurer; et où trouver les fonds nécessaires pour l'application de programmes énergétiques efficaces. Le développement est fonction des solutions aux problèmes énergétiques.

Pour qu'il y ait développement il faut d'abord satisfaire aux besoins essentiels que sont l'alimentation, l'abri, la santé, l'éducation et le travail. Le seul moyen de satisfaire à ces besoins fondamentaux est en ayant recours à une forme d'énergie quelconque, que ce soit pour la transformation du minerai de fer en acier ou nourrir un enfant qui souffre de malnutrition pour en faire un adulte capable d'atteindre son plein potentiel humain.

Dans la plupart des pays en voie de développement, le coût de l'électricité est presque vingt fois supérieur à celui d'Ottawa,

[*Texte*]

4 times higher and 95 per cent of the people spend 20 per cent of their daily income for the wood with which to cook their two meals a day. In the other sector, on the economic side, the Dominican Republic, which is an example of many sugar-exporting developing countries which depend heavily on sugar exports, has seen the cost of a barrel of oil climb from 25 pounds of sugar exported in 1972 to 325 pounds today. Development agencies, in their efforts to assist in solving problems like these, may in fact be creating more problems. This is largely because energy programs in the developing nations are designed chiefly by planners, technicians and bureaucrats who focus on the needs of the urban industrial sector.

The dilemma of small farmers. It is obvious that rural people in the developing countries are facing an energy crisis more severe than any produced by the petroleum squeeze in the industrialized nations. The increased cost of petroleum products has led those who previously used commercial types of energy to substitute wood, charcoal and cow dung. Greater demand has resulted in increased prices for the traditional energy sources available to the poor and a steady reduction in the number of trees available for firewood. The high cost of being poor is thus increased in the developing countries.

Instructive as these statistics are, they do not give a complete picture of energy use in the rural areas of the developing countries. Because of the high cost of distributing commercial energy to rural areas and because potential consumers in those areas are usually too poor to purchase this type of energy, rural needs are largely met through non-commercial energy sources. Firewood and agricultural wastes, as I mentioned, are the major resources.

In short, most farmers in developing countries cannot afford to buy petroleum or diesel engines. Canada may be willing to give a few diesel engines, but it certainly will not give away any oil. Farmers in developing countries must, out of necessity, look for a non-petroleum solution to their energy problems.

The shape of the past. The evidence from the pre-petroleum era shows that renewable energy systems were effective on a large scale. In North America, for example, 6 million windmills were in operation on the farms before farmers began to use energy from fossil-fuel sources or, I should add, from hydro-electric sources. It is estimated that in 1850 those windmills produced an energy output equivalent to the energy contained in 11.4 million tons of coal. Wind energy is now used quite extensivley in Argentina and Uruguay for water-pumping and it is estimated that these systems are producing

[*Traduction*]

le prix de l'essence, quatre fois plus cher, et 95 p. 100 de la population doivent consacrer 20 p. 100 des revenus quotidiens pour se procurer le bois nécessaire pour la préparation de deux repas par jour. Quant à l'aspect économique, la République dominicaine, un exemple de la situation qui existe dans de nombreux pays en voie de développement qui dépendent énormément sur leurs exportations de sucre, doit maintenant payer 325 livres de sucre le baril de pétrole qu'elle payait 25 livres en 1972. Malgré les efforts déployés par les agences de développement pour trouver une solution à des problèmes comme celui-là, il se pourrait en fait que ces agences soient la source d'autres problèmes. La raison est que les programmes énergétiques prévus pour les pays en voie de développement sont élaborés par des urbanistes, des techniciens et des bureaucrates qui pensent surtout en fonction des besoins d'une industrie urbaine.

Le dilemme des petits cultivateurs. Il va sans dire que la population rurale des pays en voie de développement est aux prises avec une crise énergétique beaucoup plus grave que celle que provoque chez les pays industrialisés le resserrement des approvisionnements de pétrole. La cherté des produits pétroliers oblige ceux qui auparavent utilisaient une source d'énergie conventionnelle à utiliser le bois, le charbon ou du fumier de vache. La demande accrue a provoqué une augmentation des prix de sources énergétiques traditionnelles auquel avait accès le pauvre et une diminution graduelle des produits forestiers qui pouvaient être utilisés comme bois de chauffage. Le prix de la pauvreté a donc augmenté dans les pays en voie de développement.

Aussi instructif que puissent être ces statistiques, elles n'expliquent pas réellement la situation rurale des pays en voie de développement en ce qui concerne l'utilisation de l'énergie. En raison de la cherté de la distribution de l'énergie commerciale dans les régions rurales et du fait que les consommateurs dans ces régions sont habituellement trop pauvres pour se procurer ce type d'énergie, les besoins énergétiques de cette population sont en grande partie satisfaits par des sources énergétiques non commerciales. Le bois de chauffage et les déchets agricoles, comme je l'ai mentionné, sont les principales ressources.

En bref, la plupart des cultivateurs des pays en voie de développement ne peuvent se procurer de carburant. Certes le Canada est prêt à fournir quelques moteurs à injection mais il n'accepterait pas de donner du pétrole. Les cultivateurs des pays en voie de développement, par nécessité, sont obligés de regarder ailleurs pour solutionner leurs problèmes énergétiques.

Le passé: Avant l'ère du pétrole, on utilisait des systèmes d'énergie renouvelables sur une grande échelle. En Amérique du Nord par exemple, 6 millions de moulins à vent étaient en état de fonctionner à une époque avant que les cultivateurs ne commencent à utiliser le combustible fossile comme source d'énergie, ou, devrais-je ajouter, l'électricité. D'aucuns estiment qu'en 1850, ces moulins à vent produisaient l'équivalent énergétique de 11,4 millions de tonnes de charbon. L'Argentine et l'Uruguay ont recours considérablement à l'énergie éolienne pour le transport de l'eau et on estime que les

[*Text*]

the equivalent of 300 megawatts or 390,000 hp of electricity in the two countries.

The future. Before we start on the future, let us take stock of the present. What do we know for sure about the present energy situation of small farmers? We can safely say that most of them will not be able to afford diesel or conventional electric power from transmission grids, it is just too expensive. Here I might add that 4 per cent of the population of Africa has access to electricity and 15 per cent of the rural population in Latin America and Asia has access to electricity. Those figures, I think, are quite high.

Mr. MacBain: Do you include China in Asia?

Mr. Henry: No, I would not.

Mr. MacBain: Thanks.

Mr. Henry: I am not about to suggest that the technologies I am about to describe are an instant solution to the energy problems of developing countries. The technologies I will discuss in the next five minutes offer a viable set of technology options for energy inputs for irrigation and a wide range of agricultural applications such as harvesting equipment, grain grinding and other agro-industrial processes. They can also be used for lighting in schools, health centres and for communication systems. They offer the possibility of access to an energy source beyond muscle power, cooking fires and oil lamps. Some of the technologies are new versions of machines that were developed centuries ago and which played an important role in the early development of Canada. One of them, the photovoltaic cell, is truly space-age, a product of three decades of space research and development. It was originally developed to provide electrical power for space craft and satellites. The price and the systems are now literally coming down to earth. Let me just describe the sectors now. Biomass: this term describes all vegetative matter or what I like to describe as green, growing fuel or its by-products: wood, sugar cane, grass or any other cellulose product. The high profile of the biomass sector is liquid fuel, ethanol and methanol. Here Canada has a great deal to offer in terms of industrial alcohol production technology. At the least glamorous end of the spectrum, it is essential that increased attention be given to supporting the development of improved efficiency stoves for domestic cooking—I should add—in developing countries.

• 1715

I have earlier referred to the fuel-wood crisis, which is partly related to the very inefficient way in which wood is burned. It is not possible in this short time to describe adequately the potential of this energy resource; i.e., biomass. I would, however, like to draw your attention to the illustration which accompanies this presentation which is included in that brochure. It will give you an overview of the tremendous variety of uses. Just turn to the one that says "biomass", five or six

[*Translation*]

éoliennes produisent l'équivalent de 300 mégawatts ou 390 000 chevaux-vapeur d'électricité.

L'avenir: Avant de parler de l'avenir, arrêtons-nous quelques instants sur ce qui se fait actuellement. Que savons-nous précisément au sujet de la situation énergétique actuelle des petits cultivateurs? Nous pouvons dire sans risque de se tromper que le plupart d'entre eux ne pourront se procurer le diesel ou l'énergie électrique conventionnelle produite par les réseaux de transmission, celle-ci étant trop chère. Soit dit en passant, 4 p. 100 de la population de l'Afrique et 15 p. 100 de la population rurale de l'Amérique Latine et de l'Asie ont accès à l'électricité. C'est beaucoup.

M. MacBain: Est-ce que cela comprend la Chine et l'Asie?

M. Henry: Non.

M. MacBain: Merci.

M. Henry: Je n'ai pas du tout l'intention de suggérer que les technologies que je m'apprête à vous décrire représentent une solution miracle aux problèmes énergétiques des pays en voie de développement. Elles offrent une option technologique viable pour les besoins d'irrigation et toute une gamme d'application agricole, pour la machinerie par exemple, nécessaire pour faire les récoltes et pour moudre le grain et satisfaire à d'autres besoins agro-industriels. Elles peuvent aussi servir pour l'éclairage des écoles, trouver des applications dans les centres de santé et pour les systèmes de communication. Elles rendent accessibles les sources énergétiques autres que la force humaine, l'huile à lampe et le combustible utilisé pour la préparation des repas. Certaines de ces technologies sont de nouvelles versions de machines qui ont été mises au point il y a des siècles et qui ont joué un rôle important dans le développeent du Canada. Une de ces technologies est la cellule photovoltaique, un produit de l'ère spatiale, le résultat de trois décennies de recherches et de développement. A l'origine elle devait être utilisée pour alimenter en électricité les véhicules spatiaux et les satellites. Son prix et les systèmes qu'elle supporte sont littéralement plus terre à terre. Je vais maintenant décrire les différents secteurs. La biomasse. Ce terme englobe toute la matière végétale et comme j'aime à la décrire, c'est un combustible vert qui pousse: le bois, la canne à sucre, l'herbe ou tout autre produit cellulosique. Les sous-produits les plus connus de la biomasse sont le combustible liquide, l'éthane et le méthane. La technologie canadienne pour la production industrielle de l'alcool pourrait être d'une grande utilité. Un des aspects les moins spectaculaires mais non moins essentiel est la nécessité d'améliorer considérablement l'efficacité du poêle à bois domestique en particulier dans les pays en voie de développement.

Comme je l'ai déjà mentionné, s'il y a crise de combustible en ce qui concerne les bois c'est surtout en raison de l'inefficacité du moyen. Il est impossible en si peu de temps de décrire de façon adéquate le potentiel de la biomasse. J'attire cependans votre attention sur l'illustration qui se trouve dans la brochure qui vous a été remise en même temps que le mémoire. Vous serez en mesure de constater touter la gamme d'utilisa-

[*Texte*]

pages in there. You might want to refer to those as I go through these headings.

The next heading is Wind Energy: Research on wind energy systems has languished during the last seventy years, and it is only recently that new knowledge in the field of aerodynamics and materials engineering has been applied to systems for village use in developing countries. Wind energy conversion systems have been produced in the under-25 kilowatt range, with a capital cost of less than $2,000 per kilowatt. This cost is competitive with the cost of conventional hydro-electric generating systems. One major research group in the United States is working on designs for systems ranging from 5 to 25 kilowatts that will cost $1,000 per kilowatt when mass-produced.

Small Hydro-Electric Systems: Canada's earliest hydro systems were installed around the turn of the century within a mile of this room. By the standards of today's projects in Canada, these installations, which are in the one to two megawatt range, are small. They did, however, play a very significant role in the early stages of Canadian development. Some are still running; others are about to be re-commissioned. Officials at the World Bank recently observed that there is at least 30,000 megawatts of economically viable small hydro potential in developing countries. This is equivalent to three James Bay hydro-electric projects in small quantities.

Not only does this represent a major source of new energy for rural development; it i also a major potential market for Canadian turbines and generators. With the value of equipment, at one million dollars per magawatt, that is a global market of 30 billion dollars.

Solar Electric: As for direct solary energy, rural and remote applications of photovoltaic cells—originally developed to generate electricity for space satellites—hold considerable promise. The technical aspects of this energy source are already well-defined, and the major task now is to reduce the price. Reputable groups in both the public and private sectors predict that the price of photovoltaic cells can be reduced to $500 per kilowatt by the end of the 1980s. This technology would be ideal for widespread application in small units of one horsepower or less. It lends itself particularly well to pumping water for irrigation by small farmers.

The Nuclear Option: I add four lines there not because I am pro- or anti-nuclear. I am a farmer by origin, from Mr. Gurbin's neck of the woods, and our farm uses energy from one of these sources and I am not about to turn it off. But as an economist, everyone asks me about prices, so I will give you some prices. The current price of nuclear generation capacity for the sake of comparison is between two and three thousand dollars per installed kilowatt capacity. To deliver this electricity to small farmers in developing countries would require an additional investment of two to three thousand dollars per

[*Traduction*]

tion. C'est la page intitulée biomasse, cinq ou six pages plus loin.

Le titre suivant est «Énergie éolienne». Les recherches sur les systèmes d'énergie éolienne ont langui au cours des 70 dernières années et ce n'est que récemment, suite aux nouvelles connaissances acquises en matière d'aéro-dynamique et de perfectionnement du matériel, que les systèmes peuvent être appliqués au niveau du village dans les pays en voie de développement. Il existe des systèmes de conversion d'énergie éolienne en mesure de produire jusqu'à 25 kilowatts d'énergie. Les frais de premier investissement étant inférieurs à $2 000 le kilowatt. Ceci est concurrentiel au coût de production de l'électricité par des moyens conventionnels. Un important groupe de recherche aux États-Unis travaille actuellement au perfectionnement des systèmes qui pourront produire de 5 à 25 kilowatts au coût de $1 000 le kilowatt une fois commencée la production en série.

Le système hydro-électrique de petite capacité: Les premiers systèmes hydro-électrique du Canada furent installés tout près d'ici il y a environ un siècle. D'après les normes d'aujourd'hui, ces systèmes, qui sont en mesure de produire de un à deux mégawatts, peuvent être qualifiés de systèmes de petite capacité. Ils ont cependant joué un rôle important pour le développement du Canada. Certains fonctionnent toujours aujourd'hui d'autres sont en train d'être réparés. D'après la Banque mondiale, le potentiel hydro-électrique des petites centrales dans les pays en voie de développement est de 30 000 mégawatts. C'est l'équivalent de trois projets Hydro-électrique comme celui de la Baie James.

Outre que d'être une importante source d'énergie nouvelle pour le développement rural, c'est également un potentiel commercial pour les turbines et les générateurs canadiens. La valeur de l'équipement étant de $1 million de dollars par mégawatts cela représente un marché de $30 milliards.

L'électricité solaire: En ce qui concerne l'énergie solaire directe, les applications rurales dans les régions éloignées de la technologie photovoltaïque sont considérables. Les aspects techniques de cette source d'énergie sont déjà bien connus et il suffit maintenant de trouver le moyen d'en diminuer le prix. D'aucuns, à la fois dans le secteur public et dans le secteur privé, prédisent que le prix des cellules photovoltaïques sera de $500 par kilowatt d'ici la fin de 1980. L'application généralisée de cette technologie serait idéale pour les petites unités d'un cheval vapeur ou moins, particulièrement pour l'acheminement de l'eau d'irrigation dans les petites fermes.

L'option nucléaire: J'ajoute quatre lignes ici non pas parce que je suis pour ou contre le nucléaire. Je suis un cultivateur dans l'âme, de la même région que M. Gurbin, et notre ferme utilise l'énergie tirée d'une de ces sources et je n'ai pas l'intention de m'en passer. Mais, en tant qu'économiste, on me de l'énergie nucléaire est entre $2 000 ou $3 000 le kilowatt. Pour transmettre cette électricité aux petits cultivateurs des pays en voie de développement il faudrait investir encore $2 000 ou $3 000 par kilowatt pour l'installation des câbles,

[*Text*]

kilowatt for transmission lines, and I should add, a lead time of ten years.

Energy and Water: This is really where I started out in the energy business in terms of looking at energy system's to move water. This I think is the really critical area in the international scene, both in terms of potential commercial markets for Canadian technology and potential problem-solving in the food sector; it is very important.

• 1720

Energy and water: Over 50 million of the world's poorest farm families exist on less than 50 million hectares—125 million acres—in the fertile alluvial valleys, deltas and coastal plains of the Third World: the Ganges, the Nile; you can imagine three of four other of the major alluvial river valleys. Most of these areas experience extended dry seasons during which cropping is impossible without irrigation; but adequate irrigation is frequently either unavailable or beyond the financial means of a small farmer.

Solar-powered water pumping systems can dramatically alter the irrigation options open to these farmers. Units have been specifically designed to supply irrigation water to farms of one to four hectares depending on lift and cropping pattern, where conventional methods are inappropriate or becoming prohibitively expensive. I would be quite happy to discuss some of the details of that statement later.

The World Bank is currently conducting an international field testing program for solar pumps in a number of developing countries. The United Nations Development Program has stated, "There are literally millions of communities throughout the world whose economies could be transformed by cheap water pumps for irrigation purposes."

Now we come to the nitty gritty: Problems, Policies and Prospects. I was tempted to retitle it: How Canada is About to Miss the Boat. Canada is doing very little to develop capacity in the photovoltaic area. In fact, if it were not for the handful of determined pioneers in CIDA and the National Research Council, Canada would be doing virtually nothing. Unless there is more support given soon, Canada will loose on two counts. We will miss the opportunity to participate in a rapidly growing international commercial market, and we will greatly reduce Canada's capacity to deliver the kind of technology that is required for small farmers in developing countries.

Technology is a complex blend of technical, social economic and political issues. If Canadians expect to take an active role in shaping future energy systems, they will have to get involved in the energy technology marketplace by taking the risks involved in determining the allocation of future energy resources. If we do not, we Canadians will find ourselves confined to a much lesser role.

[*Translation*]

et soit dit en passant, un délai de 10 ans.

L'énergie et l'eau: C'est vraiment ici que j'ai commencé à m'intéresser à l'aspect commercial de l'énergie, à savoir comment utiliser l'énergie pour déplacer l'eau. C'est une question très critique sur le plan international, à la fois en ce qui concerne le potentiel commercial pour la technologie canadienne et la possibilité de trouver une solution aux problèmes de l'alimentation; c'est très important.

L'énergie et l'eau: Plus de 50 millions des cultivateurs les plus démunis dans le monde subsistent sur moins de 50 millions d'hectares, 125 millions d'acres, dans les vallées alluviales, les deltas et les plaines côtières du Tiers monde: le Ganges, le Nil; vous pourriez sans doute en nommer trois ou quatre autres. La plupart de ces régions sont aux prises avec des saisons sèches prolongées au cours desquelles il est impossible de cultiver quoi que ce soit sans irrigation. Mais les moyens d'irrigation sont souvent inexistants ou financièrement inaccessibles pour les petits cultivateurs.

L'adoption de systèmes d'irrigation alimentés par l'énergie solaire pourrait considérablement changer cette situation. Il existe des unités qui ont été conçues précisément pour irriguer les fermes d'un à quatre hectares suivant les élévations et le type de culture, là où auparavant des méthodes conventionnelles étaient inappropriées ou le coût les mettait hors de la portée de ces cultivateurs. Je pourrais élaborer là-dessus plus tard.

La Banque mondiale mène actuellement des expériences avec ce type de système dans un certain nombre de pays en voie de développement. Dans un rapport sur le programme de développement des Nations Unies, on précise qu'il existe littéralement des millions de communautés dans le monde dont les économies pourraient être transformées si elles avaient recours à ces systèmes d'irrigation.

Venons-en maintenant aux choses sérieuses: les problèmes, les politiques et les perspectives. J'ai été tenté d'intituler cette partie du rapport: Le Canada a raté le train. En effet le Canada ne fait pas grand chose en matière de développement des cellules photovoltaiques. En fait, si ce n'eût été d'une poignée de personnes décidées au sein de l'ACDI et du Conseil national de recherche, rien n'aurait été fait. A moins que le Canada ne leur accorde un appui quelconque d'ici peu, il sera perdant à deux égards. Il laissera passer l'occasion de s'accaparer d'une part du marché international et réduira considérablement sa capacité de produire le matériel technologique dont ont besoin les petits cultivateurs des pays en voie de développement.

La technologie est un mélange complexe de questions techniques, sociales, économiques et politiques. Si le Canada a l'intention d'assumer un rôle positif en ce qui concerne le perfectionnement de systèmes énergétiques, il faudrait qu'il soit présent sur les marchés internationaux en assumant les risques que comportent la détermination de la répartition des ressources énergétiques. Sinon son rôle sera réduit à celui de figurant.

[*Texte*]

Some of the major political decisions in both developed and developing countries in the next two decades will focus on the allocation of resources for the acquisition of energy technology systems. Canada must develop the capacity and the will to undertake a rigorous analysis of those future policy options. I might mention in passing, that the World Bank is in the process of setting up a $25 billion fund for investments, specifically in energy in developing countries. If research on renewable energy sources for developing . . .

Mr. MacBain: Is that $25 million?

Mr. Henry: Billion.

Mr. MacBain: Billion?

Mr. Henry: Billion! It might end up in Canada; I mean pay for it.

If research on renewable energy sources for developing countries is going to produce results that are useful to people in the rural sector, great care will have to be taken to ensure the active participation of developing countries in the research—something which I place a great deal of emphasis on. If any significant progress is to be made in improving the use of renewable sources of energy, a concept of manageable increments will have to be applied. Basically, that means start small and let it grow. Given the tendency of people to fear the unknown, it will be necessary to create a climate of confidence in new technology. This can only be done by proving with empirical evidence that there is a better system, technique, or machine.

New Directions: A more effective system for supporting industries in Canada and developing countries will be required to enable the hardware of many of the renewable energy technologies to reach the rural market-place. There are already some encouraging initiatives in industrial co-operation, but much more must be done to reinforce the capacity of new Canadian industries to move into this field. I refer, in industrial co-operation, to the program of CIDA, which is probably the best thing that has ever happened in Canada in the international development assistance field. They have about 1 per cent of the CIDA budget, but use it wisely.

In order to achieve this, Canada must establish new linkages that can draw upon knowledge and skills from a number of sectors. It will also require a commitment from the Canadian International Development Agency to a reorientation of its policies and priorities. Without this commitment, it is illusory to speak of development. Technology is the application of science. Wether a new generation of technology will be used to improve the lives of the people in the developing countries will depend largely on the ability of politicians, scientists and manufacturers to establish effective mechanisms. Politicians are the link between people and their problems and the scientific community. The rate of application of new energy technology in the energy field will largely be determined by their initiative and leadership.

[*Traduction*]

Parmi les plus importantes décisions politiques qui devront être prises au cours des deux prochaines décennies à la fois dans les pays industrialisés et dans les pays en voie de développement, il sera question de répartition des ressources en vue de l'acquisition des nouvelles technologies. Le Canada doit développer son potentiel et entreprendre une analyse sérieuse des options qui s'offrent à lui pour l'avenir. Soit dit en passant, la Banque mondiale est actuellement en train de constituer un fond de $25 milliards pour le développement énergétique des pays non industrialisés. Pour que les recherches qui se font actuellement en matière d'énergie renouvelable pour les pays en voie de développement . . .

M. MacBain: Vous dites $25 millions?

M. Henry: Milliards.

M. MacBain: Milliards?

M. Henry: Milliards! Il se pourrait que le Canada ait à en payer une partie.

Pour que les recherches qui se font actuellement en matière d'énergie renouvelable pour les pays en voie de développement donnent des résultats positifs pour la population rurale, il faudra absolument s'assurer de la participation des pays en voie de développement, point que je considère comme étant très important. Pour réaliser des progrès quant à l'utilisation des sources d'énergie renouvelables, il faudra prévoir une période de croissance raisonnable, c'est-à-dire commencer par des petites installations et les laisser prendre de l'envergure. Étant donné la crainte que manifeste en général la population devant l'inconnu, il sera nécessaire d'instaurer un climat de confiance à l'égard des nouvelles technologies. On ne peut y parvenir qu'en prouvant par des moyens empiriques que ce que l'on propose est l'idéal.

Nouvelles orientations: Il faudra trouver un meilleur moyen d'aider les industries au Canada et dans les pays en voie de développement pour assurer la livraison de la quincaillerie de ces nouvelles technologies sur le marché rural. Les initiatives de coopération industrielle entreprise sont déjà fort intéressantes, mais il faudra en faire davantage pour faciliter l'accès à ce domaine pour les industries canadiennes. Au sujet de la coopération industrielle je pense au programme de l'ACDI qui est sans doute la meilleure chose qui pouvait arriver au Canada dans le domaine de l'aide au développement international. Le 1 p. 100 du budget de l'ACDI prévu à cette fin est utilisé sagement.

Pour réaliser ces objectifs, le Canada doit créer de nouveaux liens pour avoir accès aux connaissances et aux techniques de différents secteurs. L'Agence canadienne de développement international devra réorienter ses politiques et ses priorités. Sans cet engagement, il est illusoire de parler de développement, la technologie est l'application de la science. Pour qu'une nouvelle génération de technologie puisse servir à l'amélioration du sort de la population des pays en voie de développement, les hommes politiques, les scientifiques et les manufacturiers devront trouver les mécanismes appropriés. Les hommes politiques sont les liens entre la population, ses problèmes et la communauté scientifique. Le rythme d'application de la nouvelle technologie énergétique dépendra, en grande partie de leur détermination.

[*Text*]

• 1725

On a final note, I think it was Senator Kennedy who said, " "Politics is basically the business of who gets what." I place considerable importance on the work that you and your colleagues are doing, not only in alternative energy but in the energy scenario *in toto*.

Before I sit down, if I had only one minute to make one recommendation to this committee, I would suggest the following—and I refer to an article in *The Globe and Mail*, which I will leave with you; I do not have the date, it is within the last 10 days: The headline is, " "Surging aerospace industry keeps foot on accelerator." It describes how many billions of dollars of exports they have, and it describes the incentive programs that have been established to encourage this development and these exports. It says that:

> The leading program has been the defence incentive productivity plan, providing a 50 per cent grant on research and development and 100 per cent funding of capital investment, half of it repayable without interest over five years.

At this point, I would just say that if the new energy technology business in Canada had the same incentives as the folks who make machine-guns, the Canadian industry would take off.

Thank you.

The Chairman: Thank you very much, Mr. Henry. The floor is now open for questions. Mr. Gurbin.

Mr. Gurbin: Concerning the amount of investment that is coming through the World Bank, do you want to spend a little more time explaining how that would work? I understand that a fund is available, but I would like to know the amount of money, how it would be distributed, and how access would be gained to that.

Mr. Henry: The World Bank comprises virtually all the member countries of the United Nations. Some are countries that subscribe capital to the World Bank, and the World Bank raises capital on the international commercial market. A lot of it, between $600 billion and $900 billion, is what is called uncontrolled liquidity, which is sloshing around the world's capital markets looking for a good home.

Mr. Gurbin: How much was that, again?

Mr. Henry: It is $600 billion to $900 billion, depending on whom you ask but the international bankers currently agree that there is between $600 billion and $900 billion of uncontrolled liquidity. That is money that is in short-term paper hoping to gain enough interest to offset inflation. The problem with inflation is that everyone is currently turning over their money, nobody will put money into long-term effective investments because they do not see where to go with it. So $25 billion is really, in global terms, not such great big money, but that is what the World Bank is currently organizing as a fund for investment in energy projects. That will include the whole spectrum from oil and gas exploration in developing countries to renewables.

[*Translation*]

Avant de terminer, je crois que c'était le sénateur Kennedy qui a dit: «La politique se résume à savoir donner quoi à qui». J'attache beaucoup d'importance au travail que vous et vos collègues faites, non seulement dans le domaine de l'énergie de remplacement mais aussi pour trouver une solution.

Si vous me permettez encore une minute, j'aurais une recommandation à faire au Comité, dont l'idée m'est venue à la lecture d'un article du *Globe and Mail* que je vais vous remettre. Je ne sais pas quand il a paru mais c'est au cours des dix derniers jours. Le titre de l'article en question est: «La nouvelle industrie aéro-spatiale a le pied sur l'accélérateur». Les exportations de cette industrie se chiffrent dans les milliards de dollars et l'article mentionne les programmes qui ont été créés pour encourager le développement de cette industrie et des exportations.

> On y précise en particulier deux points: L'aspect le plus important a été le programme d'encouragement à la production d'armement, qui prévoit une aide de 50 p. 100 pour la recherche et le développement et 100 p. 100 pour le financement de capitaux de premier investissement, dont la moitié sans intérêt pendant cinq ans.

Tout ce que j'ai à dire là-dessus est que si l'industrie des nouvelles énergies au Canada recevait autant d'encouragement que les fabricants de mitraillettes, l'industrie canadienne prendrait son envol.

Merci.

Le président: Merci beaucoup monsieur Henry. C'est maintenant la période des questions.

M. Gurbin: Pourriez-vous élaborer sur le programme de financement mis sur pied par la Banque mondiale? Sauf erreur il existe un fond mais j'aimerais savoir son importance et comment l'argent serait distribué et comment peut-on l'obtenir?

M. Henry: La Banque mondiale est composée d'à peu près tous les pays membres des Nations unies. Certains d'entre eux versent des capitaux à la Banque mondiale et celle-ci en emprûnte sur les marchés internationaux. Une bonne partie, $600 à $900 milliards, est ce qu'on appelle des fonds liquides, c'est-à-dire des capitaux à la recherche d'une source d'investissement.

M. Gurbin: Combien dites-vous?

M. Henry: De $600 à $900 milliards suivant à qui vous le demandez. D'après les banques internationales la Banque mondiale dispose de $600 à $900 milliards en fonds liquides. Ce sont des fonds qui ont été placés à court terme dans l'espoir d'accumuler de l'intérêt pour contrebalancer les effets de l'inflation. Le problème en période d'inflation est qu'il y a beaucoup d'argent qui circule car personne n'est prêt à s'engager à long terme. Ainsi $25 milliards en réalité n'est pas si énorme, mais c'est la somme réservée par la Banque modiale pour la recherche en matière d'énergie. Cela comprend toute la gamme énergétique à partir des explorations pétrolières et gazières dans les pays en voie de développement jusqu'aux sources d'énergie renouvelable.

[*Texte*]

In recent discussions I have had with people at the World Bank, they have said, look, we see a great potential for renewable energy technology, small hydro, wind electric, solar electric, and so on. They said, we are bankers, we want to see these technologies proven to a bankable point. Once you can prove their potential economic return and their technical viability, the funding gates will open. If you were to ask anyone in my shoes in Germany, France or the U.S., anyone who is really *au courant* with the global situation, they are gearing up—and I am not quite sure that we will get to the starting gate.

Mr. Gurbin: So you see that in Canada we are not about to take advantage of this opportunity, is that roughly what you are thinking?

Mr. Henry: Absolutely. The current situation is that none of the subscriptions Canada makes to either the World Bank or the regional development bank are in any way recycled back into the Canadian economy in terms of contracts for equipment or consulting services. In 1979 Canadian companies bid on 200 of 2,000 potential contracts funded by the World Bank or regional development banks; they bid on 200 of 2,000 and got 50.

• 1730

Mr. Gurbin: Who should take the lead in Canada in doing this, in getting us involved and making it active?

We are going to have to go because that is the bell, I think, for a vote.

The Chairman: Yes, but it will be at least 15 minutes, I would imagine. We will find out and make sure.

Mr. Gurbin: Could you also comment on the economic importance of making an industry viable here? For instance, in the solar industry, it looks like the export potential is there. You might also have a perspective on what our real export potential is in the developed countries, because I think that is an important part of the discussion and where these last people were at.

Mr. Henry: I think you have to put this discussion in a context ranging from strategies for technology and industrial strategy in Canada—and this is where there is a great gap—and the potential market in developing countries, and there are gaps all the way along. But there is not a system in the Canadian government system to deal with that. I can talk to people in IT&C and Energy, Mines and Resources, CIDA, and so on, and they would sit down around the table and agree where the gaps are—there is no disagreement on that—but there is not the capacity to fill the gaps.

Mr. Gurbin: Do you have a suggestion as to how we could fill that gap?

Mr. Henry: Yes. I would like to develop this a little further—it is rather hard to do this with the bells ringing in my ears—and I would be quite happy to privately or otherwise

[*Traduction*]

Au cours de récentes discussions que j'ai eues avec des représentants de la Banque mondiale, on m'a révélé qu'en tant que banquiers ils étaient intéressés à la technologie relative aux énergies renouvelables, aux centrales hydro-électriques à petite capacité, à l'électricité éolienne, à l'électricitié solaire ainsi de suite, mais qu'il fallait leur démontrer la rentabilité de ces solutions. Ils sont prêts à nous ouvrir toutes grandes les portes si nous sommes en mesure de leur prouver la rentabilité économique et la viabilité technologique. Il suffit de regarder du côté de l'Allemagne, de la France et des États-Unis pour constater qu'on se lance à fond de train dans ces domaines et je me demande si le Canada sera même présent à la barrière de départ.

M. Gurbin: Donc vous pensez que le Canada ne se prépare pas à tirer profit de cette occasion?

M. Henry: Absolument pas. La situation actuelle est telle qu'aucune partie des fonds que le gouvernement réserve pour la Banque mondiale ou la Banque d'expansion régionale ne sont réinvestis dans l'économie canadienne sous forme de contrat d'achat d'équipement ou de services de consultation. En 1979, les compagnies canadiennes ont soumissionné 200 des 2,000 contrats financés par la Banque mondiale ou la Banque pour l'expansion régionale et en ont obtenu 50.

M. Gurbin: Qui devrait prendre l'initiative au Canada à cet égard?

J'entends le timbre de la Chambre. Je crois que nous devons aller voter.

Le président: Nous disposons encore d'une quinzaine de minutes je crois. Nous allons le demander pour nous en assurés.

M. Gurbin: Pourriez-vous nous faire part de vos idées quant à l'importance économique de rendre l'industrie canadienne rentable? Par exemple l'industrie solaire, puisque le potentiel semble existe de ce côté. Vous avez peut-être aussi une idée sur ce qu'est précisément notre potentiel en matière d'exportation dans les pays en voie de développement puisque je crois que c'est un aspect important de la discussion.

M. Henry: Je crois qu'il faut placer la discussion dans un contexte qui tiendra compte des programmes de développement technologique et industriel au Canada car c'est là où se trouvent les écarts les plus considérables, et le potentiel de s'accaparer une partie du marché des pays en voie de développement. Rien n'est prévu au Canada à ce sujet. Je pourrais en parler à des représentants du ministère de l'Industrie et du Commerce, à ceux d'Énergie, Mines et Ressources, à des représentants de l'ACDI ainsi de suite. On se réunirait autour d'une table et on conviendrait des écarts qui existent car on s'entend bien là-dessus mais on ne sait comment les combler.

M. Gurbin: Auriez-vous des suggestions?

M. Henry: Oui. C'est une question sur laquelle j'aimerais élaborer mais c'est plutôt difficile actuellement avec le bruit du timbre. Je serais très heureux d'en discuter en privé ou de

[*Text*]

make a series of suggestions as to what this committee could recommend which would lead to a much more effective allocation of both public and private resources.

Mr. Gurbin: Would you do that and would you address it to Mr. Clay, our project manager? Give us a specific list of recommendations so we can take advantage of that opportunity, and at the government level and at the industry, as you see it for the export market developing. Then maybe just until we have to go, you could talk about the markets.

Mr. Henry: I think one of the major engines of growth in this sector is going to be CIDA. This is one sector in which I am now much more optimistic than I was a year ago and mainly because Marcel Massé, the new president of CIDA, has a very, very good grasp of development and technology, sensitivity to what developing countries want and an understanding of how to relate this back to the Canadian scene. So I think we will have a much less of a "take up the white man's burden" aproach than we have seen in development assistance of foreign aid over the last years and have a much more intelligent and practical approach about how to organize Canadian resources to contribute more effectively to the development of countries which have a fraction of our energy resources.

Mr. Gurbin: So what you are really saying is that instead of just increasing our capital outflow in food, here what we are doing is investing in things that are realistic for them and getting a lot better returns.

Mr. Henry: Let me just leave on one point, and that is that from 1949 to 1969 oil was constant at a price of $1.79 a barrel. Most of our wealth was created by that cheap oil; a lot of it flowed in from developing countries. That fueled our surpluses and was one of the reasons that gave rise to this program of foreign aid or development assistance.

Now that the developing countries, the oil exporters have said that they want a world market price for this finite resource, we have to get our intellectual gears together to work out how we deliver the kinds of technology that developing countries need. It costs $4 and hour to run a diesel irrigation pump in a developing country, a five horsepower pump, and so if you run it for 300 days that is $1,500 a year just for one hour a day, and the machine costs about $1,500. Basically, what we are saying is that with photovoltaics for $3,000 you can get an energy system that would give you as much usable water on the ground with no recurring costs. What I am trying to wrap up is a whole complex blend of scientific and technology issues related to manufacturers in Canada, and how to get onto the ground. The situation globally is moving very quickly.

The Chairman: I am going to have to cut in here. We do have to leave for a vote, unfortunately. It is beyond our control.

I just wanted to ask, in 30 seconds, have you met Mr. Tom Lalonde from the Brace Research Institute, which is part of Macdonald College, McGill University?

[*Translation*]

faire une série de suggestions quant aux recommandations que pourrait faire le Comité relativement à la répartition plus adéquate des fonds publics et privés.

M. Gurbin: Pourriez-vous en parler à M. Clay le chef de la division scientifique? Établissez une liste de recommandations afin que nous puissions en tenir compte à la fois du point de vue du gouvernement et de l'industrie pour ce qui est du développement du marché des exportations. Vous pourriez peut-être nous entretenir au sujet des marchés jusqu'à ce que nous ayons à lever la séance.

M. Henry: Je crois que le principal moteur de croissance dans le secteur sera l'ACDI. Je suis beaucoup plus optimiste que je l'étais il y a un an et c'est surtout à cause de M. Marcel Massé le nouveau président de l'ACDI, qui est au courant des besoins de développement et de technologie des pays non-industrialisés et qui connaît les implications pour le Canada. Ainsi je crois que l'approche dans les pays en voie de développement sera beaucoup moins négative comme cela a été le cas en ce qui concerne l'aide étrangère accordée au cours des dernières années et qu'elle sera beaucoup plus pratique quant à la distribution des fonds canadiens pour participer plus efficacement au développement des pays qui ne disposent que d'une fraction de nos ressources énergétiques.

M. Gurbin: Donc vous dites en réalité qu'au lieu de tout simplement augmenter l'aide alimentaire, nous investissons actuellement dans des domaines réalistes pour des pays en voie de développement et que nous en retirons un meilleur rendement.

M. Henry: De 1949 à 1969, le prix du pétrole était $1.79 le baril. Mais grâce à ce pétrole bon marché, en grande partie fournit par les pays en voie de développement, nous avons pu nous enrichir. Nous avons pu créé des excédents et c'est une des raisons pour lesquelles le programme d'aide existe.

Depuis que les exportateurs de pétrole nous ont dit qu'ils voulaient obtenir un prix mondial pour cette ressource en voie d'épuisement, nous devons trouver le moyen de doter les pays en voie de développement de la nouvelle technologie. Le fonctionnement d'une pompe d'irrigation au diesel coûte $4 l'heure dans ces pays. Ainsi une pompe de 4 ou 5 chevaux-vapeur qui fonctionne pendant 300 jours coûte $1 500 par année, soit le prix de la pompe, et elle n'est utilisée que pendant une heure par jour. Fondamentalement donc, un investissement de $3 000 pour l'achat de cellules photovoltaiques permettrait l'irrigation de la même quantité d'eau, mais ce serait une fois pour toute. Ce que j'essaie de résumer c'est différentes questions scientifiques et technologiques reliées au secteur manufacturier au Canada. La situation mondiale évolue très rapidement.

Le président: Je dois malheureusement vous interrompre puisqu'il faut aller voter.

En trente secondes, pourriez-vous nous dire si vous avez rencontré M. Tom Lalonde de l'Institut de recherche Brace, qui fait partie du collège Macdonald de l'Université McGill?

[*Texte*]

Mr. Henry: Years ago.

The Chairman: He is still going 100 miles an hour, incidentaly, and is every bit as enthused as ever on small-scale renewable energy projects. We visited the Brace Research Institute, and I think he would agree with you completely on small scale, expecially in developing countries.

Mr. Henry: We disagree quite strongly on industrial strategy for Canada, though.

The Chairman: Yes, I would imagine. He is with you on the rest, I am sure of that.

Mr. Henry: Yes, definitely.

The Chairman: I would like to thank you. I am very happy we were able to hear you read your brief. It is in the minutes. Our research staff will be looking through it for us. Unfortunately, due to circumstances, you understand, I hope, we must adjourn this meeting right now.

Mr. Henry: Right. Thank you.

The Chairman: Tomorrow morning at 9:30.

[*Traduction*]

M. Henry: Il y a plusieurs années.

Le président: Il est encore très enthousiaste au sujet des projets d'énergie renouvelable de petite capacité. Nous avons eu l'occasion de visiter l'Institut et je crois qu'il partage vos idées au sujet des centrales de petite capacité surtout pour les pays en voie de développement.

M. Henry: D'autre part nous sommes tout à fait en désaccord en ce qui concerne la stratégie industrielle du Canada.

Le président: Je suppose, mais pour le reste je suis sûr qu'il pense comme vous.

M. Henry: Certainement.

Le président: Je vous remercie. Votre mémoire est enregistré. Nos recherchistes l'étudieront pour nous. Malheureusement en raison des circonstances vous comprendrez que nous devons lever la séance.

M. Henry: D'accord. Merci.

Le président: Nous nous rencontrons de nouveau demain matin à 9 h 30.

Canada Post
Postage paid
Postes Canada
Port payé
Third class
Troisième classe
K1A 0S7
HULL

If undelivered, return COVER ONLY to
Canadian Government Printing Office,
Supply and Services Canada,
45 Sacré-Coeur Boulevard,
Hull, Québec, Canada, K1A 0S7

En cas de non-livraison,
retourner cette COUVERTURE SEULEMENT à
Imprimerie du gouvernement canadien
Approvisionnements et Services Canada,
45, boulevard Sacré-Coeur,
Hull, Québec, Canada, K1A 0S7

WITNESSES—TÉMOINS

From Canadian Solar Industries Association Inc.:

Mr. Adrian J. Gatrill, Executive Director;

Mr. Richard Davies, Chairman;

Mr. James Ramsden, Treasurer.

From Canadian Energy Development Systems International:

Mr. David A. Henry, President.

De Canadian Solar Industries Association Inc.:

M. Adrian J. Gatrill, directeur exécutif;

M. Richard Davies, président;

M. James Ramsden, trésorier.

De Canadian Energy Development Systems International:

M. David A. Henry, président.

Available from the Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, Hull, Quebec, Canada K1A 0S9

En vente: Centre d'édition du gouvernement du Canada, Approvisionnements et Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

Publications

+2

3

HOUSE OF COMMONS

Issue No. 29

Thursday, November 20, 1980

Chairman: Mr. T. H. Lefebvre

CHAMBRE DES COMMUNES

Fascicule nº 29

Le jeudi 20 novembre 1980

Président: M. T. H. Lefebvre

Minutes of Proceedings and Evidence of the Special Committee on

Alternative Energy and Oil Substitution

Procès-verbaux et témoignages du Comité spécial de l'

Énergie de remplacement du pétrole

RESPECTING:

Study on alternative energy and oil substitution

CONCERNANT:

Étude de l'énergie de remplacement du pétrole

WITNESSES:

(See back cover)

TÉMOINS:

(Voir à l'endos)

PARLIAMENTARY LIBRARY BIBLIOTHÈQUE

First Session of the
Thirty-second Parliament, 1980

Première session de la
trente-deuxième législature, 1980

27787—1

SPECIAL COMMITTEE ON ALTERNATIVE ENERGY AND OIL SUBSTITUTION

Chairman: Mr. T. H. Lefebvre

Messrs.

Corbett
Gurbin
MacBain

COMITÉ SPÉCIAL DE L'ÉNERGIE DE REMPLACEMENT DU PÉTROLE

Président: M. T. H. Lefebvre

Messieurs

McCauley
Portelance
Rose

(Quorum 4)

Le greffier du Comité

J. M. Robert Normand

Clerk of the Committee

Published under authority of the Speaker of the House of Commons by the Queen's Printer for Canada

Available from the Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

Publié en conformité de l'autorité de l'Orateur de la Chambre des communes par l'Imprimeur de la Reine pour le Canada

En vente: Centre d'édition du gouvernement du Canada, Approvisionnements et Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

MINUTES OF PROCEEDINGS

THURSDAY, NOVEMBER 20, 1980
(40)

[*Text*]

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met at 9:53 o'clock a.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Corbett, Lefebvre, MacBain and Portelance.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. John Graham, Research Officer.

Witnesses: From Inter-City Gas Corporation: Mr. N. J. Didur, Group Vice-President; Mr. H. C. Coppen, Vice-President. *From InterGroup Consulting Economists Ltd.:* Mr. P. Ashton, Consultant.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

Messrs. Didur and Ashton made opening statements.

The witnesses answered questions.

At 11 : 25 o'clock a.m., the Committee adjourned until 3:30 o'clock p.m. this day.

AFTERNOON SITTING
(41)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met at 3:37 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

Witnesses: Professor David Scott. *From Association of Consulting Engineers of Canada:* Mr. K. A. McLennan, President; Mr. D. Farlinger, Chairman, Energy Affairs Standing Committee; Mr. I. W. McCaig, Chairman, Energy Resources Sub-committee; Mr. J. L. Greer, Past Chairman, Energy Affairs Standing Committee; Mr. O. Scudamore, Member, Energy Resources Sub-committee.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

Messrs. Scott and McLennan made opening statements.

The witnesses answered questions.

At 6:20 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

PROCÈS-VERBAL

LE JEUDI 20 NOVEMBRE 1980
(40)

[*Traduction*]

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à 9 h 53, sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Corbett, Lefebvre, MacBain et Portelance.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. John Graham, recherchiste.

Témoins: De Inter-City Gas Corporation: M. N. J. Didur, vice-président du groupe; M. H. C. Coppen, vice-président, *De InterGroup Consulting Economists Ltd.:* M. P. Ashton, conseiller.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980, portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir Fascicule nº 1.*)

MM. Didur et Ashton font des déclarations.

Les témoins répondent aux questions.

A 11 h 25, le Comité suspend ses travaux jusqu'à 15 h 30.

SÉANCE DE L'APRÈS-MIDI
(41)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à 15 h 37, sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley, Portelance et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef et gestionnaire des projets du Comité.

Témoins: Professeur David Scott. *De l'Association des ingénieurs-conseils du Canada:* M. K. A. McLennan, président; M. D. Farlinger, président, Comité permanent des questions énergétiques; M. I. W. McCaig, président, sous-Comité des ressources énergétiques; M. J. L. Greer, ancien président, Comité permanent des questions énergétiques; M. O. Scudamore, membre, sous-Comité des ressources énergétiques.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980, portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir Fascicule nº 1.*)

MM. Scott et McLennan font des déclarations préliminaires.

Les témoins répondent aux questions.

A 18 h 20, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

Le greffier du Comité

J. M. Robert Normand

Clerk of the Committee

EVIDENCE

(*Recorded by Electronic Apparatus*)

Thursday, November 20, 1980

• 0955

[*Text*]

The Chairman: I will now call this meeting to order. Ladies and gentlemen, we are pleased today to welcome to the committee representatives from Inter-City Gas Corporation in the persons of Mr. N. J. Didur, Group Vice-President of Inter-City Gas Corporation; Mr. H. C. Coppen, Vice-President of Inter-City Gas Corporation; and P. Ashton, Consultant, InterGroup Consulting Economists Ltd.—welcome to the committee, gentlemen. I understand you wish to read your brief, which is about ten or twelve pages, and after that you would be disposed to hear questions from us.

Mr. N. J. Didur (Group Vice-President, Inter-City Gas Corporation): Yes, Mr. Chairman.

The Chairman: Thank you, and welcome to the committee. The floor is yours.

Mr. Didur: Mr. Chairman, members of the committee, good morning. My name is Norm Didur and I am Group Vice-President of Inter-City Gas Corporation of Winnipeg. I am specifically responsible for utility operations of the company. First, may I say how pleased ICG is to have this opportunity to present our brief to you.

We sought the opportunity to appear before your committee because we recognize the great significance of alternate energy to the future of Canada, and because we see ourselves as a rather unique Canadian corporation well positioned to contribute to Canada's energy future. With me today are Mr. Hugh Coppen, on my left, Vice-President of Marketing of Inter-City Gas Corporation, and Mr. Peter Ashton, a consultant with InterGroup Consulting Economists Ltd. of Winnipeg, with whom ICG is actively involved in an alternate energy project.

Since we submitted our written brief to your committee some two months ago there has been a major development in the Canadian energy picture, the announcement of the national energy program. There are several components of this program which we look forward to implementing in our important nonoil related divisions. There are other aspects of the program on which we will also be commenting during this brief summary of our submission.

For the next few minutes, I would like to outline our written submission to you, commenting on those areas we feel to be of the greatest importance. Following that, we would be pleased to respond to any questions that the committee may have.

In our written submission, we included a summary of our conclusions and recommendations at the front of the brief. Today, rather than discussing them as a complete list of conclusions, I will touch on each one of them in my comments on each of the three sections of the written material. Part 1 of our brief describes Inter-City Gas Corporation.

We are a large Canadian company, started some 25 years ago as a rural utility, but now broadly diversified into a wide range of activities in all the energy fields. We have become a

TÉMOIGNAGES

(*Enregistrement électronique*)

Le jeudi 20 novembre 1980

[*Translation*]

Le président: A l'ordre, s'il vous plaît. Mesdames et messieurs, nous avons le plaisir d'accueillir aujourd'hui les représentants d'Inter-City Gas Corporation, M. N. J. Didur, vice-président de groupe, et M. H. C. Coppen, vice-président, de même que M. P. Ashton, expert-conseil, InterGroup Consulting Economists Ltd. Nous vous souhaitons la bienvenue au Comité, messieurs. Je crois comprendre que vous désirez lire votre mémoire, qui comprend 10 ou 12 pages, et que vous serez disposés après à répondre à nos questions.

M. N. J. Didur (vice-président de groupe, Inter-City Gas Corporation): Oui, monsieur le président.

Le président: Merci; la parole est à vous.

M. Didur: Monsieur le président, mesdames et messieurs, bonjour. Je me nomme Norm Didur et je suis vice-président de groupe d'Inter-City Gas Corporation, de Winnipeg. Je suis surtout chargé des services d'utilité publique de la société. Permettez-moi, tout d'abord, de vous dire combien la société ICG apprécie cette occasion de vous présenter un mémoire.

Nous avons voulu comparaître devant votre Comité parce que nous savons quelle importance énorme les sources d'énergie de remplacement auront pour l'avenir du Canada. Nous nous voyons dans une situation assez unique en tant que société canadienne, et nous sommes bien placés pour contribuer à l'énergie future du Canada. Je suis accompagné aujourd'hui de M. Hugh Coppen, à ma gauche, vice-président du marketing pour Inter-City Gas Corporation, et de M. Peter Ashton, exper-conseil auprès de InterGroup Consulting Economists Ltd., de Winnipeg, société avec laquelle l'ICG travaille activement à ce projet d'énergie de remplacement.

Depuis que nous avons présenté notre mémoire écrit à votre Comité, il y a deux mois environ, il y a eu un développement important sur le plan énergie au Canada: l'annonce d'un programme énergétique national. Ce dernier comprend plusieurs composantes que nous sommes désireux d'appliquer dans nos sections importantes qui ne s'occupent pas de pétrole. Dans ce bref résumé de notre mémoire, nous allons relever certains aspects du programme.

Au cours des prochaines minutes, je vais aborder les points de notre mémoire qui me paraissent les plus importants, après quoi, nous répondrons à vos questions.

Au tout début de notre mémoire écrit, nous vous donnons un résumé de nos conclusions et recommandations. Plutôt que d'en discuter en tant que liste complète, nous aimerions aujourd'hui reprendre chacune de ces conclusions, partagées en trois groupes. La première partie de notre mémoire décrit Inter-City Gas Corporation.

Il s'agit d'une société canadienne importante qui a débuté il y a quelque 25 ans comme service d'utilité rural, et qui a maintenant des activités très diversifiées dans tous les domai-

[*Texte*]

mid-sized exploration company, with oil and gas interests primarily in Alberta, British Columbia, the Arctic and the east coast, and also in some areas of the U.S. But it is as a supplier of energy and energy products that people know us best. We provide natural gas utility distribution service in 180 communities in Canada west of the Great Lakes, and in Minnesota. We operate a propane distribution business through over 160 branches throughout Canada, and we account for about 40 per cent of the Canadian domestic consumption of propane in this way.

We operate three plants in Canada, at which we manufacture about a quarter of the residential furnaces sold in this country, plus a full line of commercial heating equipment. We have several new high efficiency developments which will be available within weeks either as retrofit items on existing furnace installations or in a completely new line of high efficiency equipment. Our research and development program is pioneering a totally new furnace technology which we believe will surpass even today's high-efficiency products, and it could be available on the market within two years.

• 1000

We think ICG is very well positioned to take a leading role inoil substitution in Canada. Our assets are not tied completely to oil, nor are we a major oil company. We see ourselves instead as the supplier of energy services, those services which convert energy into such things as warmth, transportation, cooking, et cetera: in other words, from the wellhead to the burner tip. At present, because they happen to be the most efficient fuels currently available, we use natural gas and propane to provide energy services. But when new fuels become more efficient to provide these energy services, ICG will be involved. In fact, as I will discuss in a few moments, we are already doing this by taking propane into new uses in which it has not historically been a widespread fuel. It is against this background of Inter-City Gas Corporation, our present positioning, and our view of our role in the future, that we would like you to consider the points we make inour submission presented to you.

Our reason for seeking the opportunity to submit our thoughts to this committee is this. Inter-City Gas Corporation is interested in the creation of an environment in which altenative energy developments can prosper. Your committee has already heard the submission of an affiliate company, ICG Scotia Gas Limited, which is seeking the natural gas distribution rights in the Province of Nova Scotia. Other ICG companies—Gaz Inter-Cité Quebec Inc., ICG Brunswick, and Vancouver Island Gas—are actively pursuing distribution rights in these unserved regions of Canada. These are all examples of ICG's commitment to the substitution of foreign oil in Canada.

In Part II we express some of our views on the development of alternative energy in Canada. These are the views of a

[*Traduction*]

nes énergétiques. Nous sommes devenus une société d'exploration de taille moyenne, et nous avons des intérêts pétroliers et gaziers, surtout en Alberta, en Colombie-Britannique, dans l'Arctique et sur la côte est, de même que dans certaines régions des États-Unis. Nous sommes connus surtout comme fournisseurs d'énergie et de produits énergétiques. Nous avons un service de distribution de gaz naturel dans 180 municipalités au Canada, à l'ouest des Grands Lacs, et au Minnesota. Nous avons également 160 succursales au Canada qui s'occupent de distribution de gaz propane, c'est-à-dire 40 p. 100 environ de la consommation canadienne de propane.

Nous avons trois installations au Canada où nous fabriquons le quart environ des chaudières vendues aux maisons canadiennes et toute une série d'équipements de chauffage commercial. Nous avons plusieurs nouveaux dispositifs très efficaces, qui seront disponibles dans quelques semaines pour moderniser les installations de chauffage existantes, ou qui font partie d'une nouvelle gamme d'installations de chauffage à haute efficacité. Notre programme de recherche et de développement fait un travail de pionnier pour mettre au point une technologie tout à fait nouvelle pour les chaudières et nous croyons qu'elles surpassera même les produits actuels les plus efficaces. Ce sera probablement disponible sur le marché dans deux ans.

Nous croyons que la société ICG est très bien placée pour jouer un rôle de premier plan pour ce programme d'énergie de remplacement du pétrole au Canada. Nous n'avons pas tous nos avoirs dans le pétrole, nous ne sommes pas non plus une société pétrolière importante. Nous nous voyons plutôt comme un fournisseur de services énergétiques, le genre de service qui convertit l'énergie, natamment en chaleur, transport, cuisson, etc. Autrement dit, nos activités vont de la tête du puits au bec du brûleur. Nous nous servons présentement, parce que ce sont les combustibles les plus efficaces, du gaz naturel et du gaz propane. Lorsqu'il y aura de nouveaux combustibles plus efficaces pour offrir ces services énergétiques, l'ICG sera de la partie. Je vais vous en parler dans quelques instants; nous sommes déjà dans la course, puisque nous servons du propane pour de nouvelles utilisations, différentes de celles où ce gaz a toujours servi. Voilà donc dans quel domaine œuvre l'Inter-City Gas Corporation, voilà notre situation actuelle. Ce sera, à notre avis, le rôle que nous jouerons à l'avenir, et c'est pourquoi nous voulons que vous teniez compte des questions que nous avons soulevées dans notre mémoire.

Nous avons voulu vous présenter nos vues sur la question parce que l'Inter-City Gas Corporation s'intéresse à la création d'un environnement où les réalisations concernant les énergies de remplacement pourront prospérer. Vous avez déjà entendu l'exposé d'une société affiliée, ICG Scotia Gas Limited, qui cherche à obtenir les droits de distribution du gaz naturel dans la province de la Nouvelle-Écosse. D'autres sociétés ICG, Gaz Inter-Cité Québec Inc., ICG Brunswick et Vancouver Island Gas recherchent activement cette autorisation leur permettant de distribuer le gaz dans d'autres régions du Canada qui ne sont pas desservies. Voilà des exemples de la participation d'ICG au projet de remplacement du pétrole étranger au Canada.

La partie II vous fait connaître nos vues sur le développement de l'énergie de remplacement au Canada. Ce sont les

[*Text*]

company which is eager to participate in an alternative energy environment which encourages private-sector involvement and reward risks.

We have some concern over one attitude which we see as possibly detrimental to the full development of alternative energy sources. This attitude manifests itself in the view of alternating energy in which each source is examined solely in terms of the contribution it can make to fill the anticipated gap between foreign oil imports and Canadian domestic crude production by 1990. In our view, the need for alternative energy should not be determined by the estimated size of the gap between domestic demand and domestic supply. Instead, we believe every alternative energy source should be studied objectively for its own technical and economic merits, to assess its maximum possible contribution to Canadian energy needs. This would avoid the developers of alternative energy sources being faced with arbitrary limitations to the development potential of such an alternative energy source.

We also express the view in this part of our submission that the real value to Canada of any alternative fuel developed must be calculated on the basis of the price of the imported oil it displaces. The total value to Canada of alternative fuels actually far exceeds the cost of imported fuel by the time one calculates in the indirect benefits of improved trade balances and currency appreciation, security of domestic supply, Canadian employment and production, and future prices which are relative to Canadian market conditions and not subject to the instability of world prices.

The question of subsidization of alternative fuel development is another issue on which we comment in our submission. It is our view that subsidization has its place in alternative energy development in the support of new technologies which have a reasonable likelihood of viability on an unsubsidized price basis in the long term. However, we feel strongly that price subsidization should not be a part of the economics of any alternative energy source. A fuel which is not economic without subsidization is a fuel which represents no real alternative in Canada's energy policy. Equally, long-term subsidization of any fuel is, in our opinion, a device which has no place in the Canadian energy policy.

• 1005

In summary, our view of subsidization is that there are several alternative energy sources that are decisively economic at today's imported oil price. The development of these alternative energy sources in Canada is not proceeding at a speed which will lead to widespread availability of such sources in the near or medium term. The reason, in our judgement, quite simply is that these alternative energy sources have to compete with heavily subsidized conventional oil products.

At the time that our written brief was submitted to your committee, the proposed pricing structure had not been pub-

[*Translation*]

vues d'une société qui désire ardemment participer à ces travaux d'énergie de remplacement qui acceptent et encouragent la participation du secteur privé et récompensent les risques.

Nous nous soucions quelque peu d'une attitude qui, à notre avis, pourrait être au détriment du développement complet des sources d'énergie de remplacement. Cette attitude se manifeste dans l'optique d'une énergie de remplacement au sein de laquelle chaque source serait étudiée de façon distincte quant à sa contribution pour combler l'écart prévu entre les importations de pétrole étranger et la production de pétrole brut canadien d'ici 1990. La nécessité d'une énergie de remplacement ne devrait pas, à notre avis, être déterminée par une évaluation de l'écart qui pourrait exister entre la demande et l'offre au pays. Nous croyons plutôt que chaque source d'énergie de remplacement devrait être étudiée objectivement selon ses propres mérites techniques et économiques, afin d'évaluer sa contribution maximale éventuelle aux besoins énergétiques du Canada. De cette façon, les promoteurs de sources énergétiques de remplacement n'auraient pas à faire face aux restrictions arbitraires du potentiel de développement de telles sources énergétiques de remplacement.

Nous soulignons également dans notre mémoire que la valeur réelle pour le Canada de tout combustible de remplacement doit être calculé en se fondant sur le prix du pétrole étranger qui le remplace. La valeur globale pour le Canada des combustibles de remplacement dépasse de beaucoup le pétrole importé, si l'on calcule les avantages indirects d'une meilleure balance commerciale, la plus-value des devises, la sécurité d'un approvisionnement interne, l'emploi et la production canadienne, et les prix futurs, qui seront soumis aux conditions du marché canadien et non à l'instabilité des prix mondiaux.

Nous soulevons également dans notre mémoire la question de la subvention de développement d'un combustible de remplacement. A notre avis, cette subvention a sa place, puisqu'il s'agit d'aider les nouvelles technologies qui pourraient raisonnablement être viables à un prix non subventionné à long terme. Toutefois, nous croyons fermement que la subvention des prix ne doit pas faire partie de l'économie d'une source d'énergie de remplacement quelconque. Un combustible qui n'est pas économique sans subventions est un combustible qui n'est pas vraiment une solution de rechange de la politique énergétique du Canada. De même, une subvention à long terme d'un combustible donné est, à notre avis, un mécanisme qui n'a pas sa place dans la politique énergétique du Canada.

En résumé, nous croyons, sur le plan des subventions, qu'il y a plusieurs sources d'énergie de remplacement qui sont certainement économiques, compte tenu du prix du pétrole importé présentement. Le développement de ces sources d'énergie de remplacement au Canada ne se fait pas rapidement, elles ne seront donc pas disponibles à court ou à moyen terme. La raison en est, à notre avis, que ces sources d'énergie de remplacement doivent concurrencer des produits pétroliers conventionnels fortement subventionnés.

Lorsque notre mémoire écrit vous a été présenté, la structure des prix proposés n'avait pas encore été publiée. Depuis l'an-

[*Texte*]

lished. Since the announcement of the national energy policy, which includes forecasts of pricing levels over the next 10 years, it has become clear that one of the solutions we originally suggested, which was to move the Canadian oil price systematically up towards world levels, has not been adopted. The alternative that we suggested was that the alternate energy sources which displaced imported oil should receive equivalent world prices through an alternate energy levy, similar to the oil sands levy. If one accepts that every unit of imported oil displaced is worth to Canada the price of that unit of imported oil, then it is fair and equitable that the same value should be placed on the displacing fuel. The alternate energy levy was proposed as a way of accomplishing this and the announced petroleum compensation charge could be the mechanism for implementing it.

We would also like to comment here on the conversion incentives which have been announced as part of the national energy program. With our utilities interests, both in our existing franchise areas and in the new areas for which we are applying for the distribution rights, as a manufacturer of residential furnace equipment and as Canada's leading distributor of propane, we see the announced conversion incentives as a step towards improving the historic level of penetration of natural gas.

Our paper also advocated the extension of these types of incentives into the transportation sector and suggested that such extension would have a dramatic effect in terms of oil displacement.

In part III of our brief, we discussed two specific alternate energy development proposals, one of which is active now and will most certainly benefit greatly from the conversion incentive grant made available in the national energy program to commercial fleet operators who switch to propane as their automotive fuel. Two days ago, our company introduced ICG Auto-Propane, a complete program being offered to commercial fleet operators in Ontario, which includes technical help, trouble-shooting, consultation, installation, equipment, and of course fuel services. Through a network of authorized service centres and a fleet of five fully equipped mobile technical units, our company has demonstrated its leadership in the alternative energy development area by offering by far the most comprehensive and professional propane conversion service available in Canada today.

What is significant about this development however, is this: Propane as an automotive fuel has been known and available for many years. There are hundred of thousands of vehicles converted to propane in Europe and there are several fleets in Canada, including most of our own vehicles in our propane operations across the country, which operate on propane today. Despite this, it was not until the Government of Ontario took

[*Traduction*]

nonce d'une politique énergétique nationale, qui comprend des prévisions pour le régime des prix pour les dix prochaines années, il est devenu évident qu'une des solutions proposées au départ, à savoir augmenter systématiquement le prix du pétrole canadien au niveau des prix mondiaux, n'a pas été adoptée. On avait proposé comme solution de rechange que les sources d'énergie de remplacement, qui remplaçaient le pétrole importé, devaient recevoir l'équivalent des prix mondiaux par le biais d'une taxe pour l'énergie de remplacement semblable à celle qui est imposée pour les sables bitumineux. Si on accepte que chaque unité de pétrole importé remplacée vaut pour le Canada le prix de cette unité de pétrole importé, il est donc juste et équitable que la même valeur soit donnée au combustible de remplacement. La taxe sur l'énergie de remplacement a été proposée comme moyen de réaliser cet objectif et le montant d'indemnisation annoncé pour le pétrole pourrait bien servir de mécanisme pour l'appliquer.

Nous aimerions également faire quelques observations sur les encouragements à la conversion qui ont été annoncés comme faisant partie du programme énergétique national. Étant donné nos intérêts dans les services d'utilité publique, dans la région où nous avons une concession, et dans les nouvelles régions pour lesquelles nous demandons des droits de distribution, en tant que fabriquant d'équipement pour les chaudières de résidence et important distributeur de propane au Canada, nous voyons ces encouragements à la conversion comme une étape vers une meilleure pénétration du gaz naturel sur le marché traditionnel.

Nous préconisons également dans notre document l'élargissement de ce genre d'encouragement au secteur du transport, car nous croyons qu'il aurait un effet important sur le remplacement du pétrole.

Dans la partie III de notre mémoire, nous mentionnons deux propositions précises pour le développement de l'énergie de remplacement, dont l'une est déjà adoptée, et profitera très certainement de la subvention d'encouragement à la conversion disponible en vertu du programme énergétique national pour les exploitants de parcs de véhicules commerciaux qui remplaceront leur carburant par du propane. Il y a deux jours, notre société a présenté son programme auto-propane, un programme complet qui est offert aux exploitants de parcs de véhicules commerciaux en Ontario et qui comprend les techniques, le dépannage, la consultation, l'installation, l'équipement et, évidemment, des services de carburant. Grâce à un réseau de centres de service autorisés et un parc de cinq unités mobiles bien équipées, notre société a prouvé qu'elle prenait le devant dans ce secteur de développement de l'énergie de remplacement en offrant, de loin, le plus complet et le meilleur service de conversion au gaz propane disponible au Canada présentement.

Ce qui est important dans ce développement, c'est que le gaz propane est un carburant qui est connu et disponible depuis bien des années. Il y a des centaines de milliers de véhicules qui se servent du gaz propane en Europe, et plusieurs parcs de véhicules, au Canada, y compris la majorité de nos propres véhicules circulant au pays, qui utilisent du gaz propane aujourd'hui. En dépit de cela, ce n'est que depuis que le

[*Text*]

steps, in the way of sales tax waiver on propane-equipped vehicles and road tax waiver on propane as an automotive fuel, that propane as a motor fuel became commercially viable.

There is an irony in this, which relates to our earlier comments on oil pricing. Canada exports more propane than is consumed domestically. Propane has been available for years to be diverted to displacing imported crude oil inside Canada, but it was not until a provincial government and now the federal government implemented costly incentives that this fuel has become a more commercially viable proposition. Even now, the $400 federal conversion incentive is unlikely to be effective outside of Ontario, Alberta and possibly B.C. In the province of Quebec, for example, the commercial fleet operator, even with the $400 conversion incentive, is not about to move to a cost-effective Canadian fuel alternative while he can operate his fleet as cheaply on subsidized gasoline.

• 1010

It is fair to point out that exactly this same situation applies in terms of heating oil displacement in the province of Quebec and those areas of Quebec which are outside of the proposed service areas of the natural gas distribution. Consumers should be motivated to take advantage of the announced federal conversion incentives to switch to propane from heating oil, but they will not do so because no propane supplier can deliver the fuel at a competitive price with imported subsidized heating oil.

Once again, leaving aside the announced pricing structure for oil in Canada, there are nevertheless two things which could be done to alleviate the specific situation. First, the price of propane in Canada should bear a closer relationship to the price of natural gas. Most of Canada's propane and all of our anticipated growth in propane volume is produced in the processing of natural gas. Secondly, with the available surplus of propane in Canada more propane should be made available for the domestic market.

I would like to ask my collegue, Peter Ashton, to discuss that section of our submission which deals with methanol as an alternative energy source. I should stress at this time that the involvement of Inter-City Gas Corporation in methanol is as an investor in a venture known as Canadian Methanol Canadien, or CMC. Mr. Ashton and his colleagues at InterGroup Consulting Economists are the project leaders on CMC.

Mr. Chairman, I am available to answer any questions concerning policy for our company. Mr. Hugh Coppen is available to answer any questions concerning the details of propane and other matters.

The Chairman: Would you like Mr. Ashton to make his brief comments followed by your third colleague who also, I

[*Translation*]

gouvernement de l'Ontario a pris des mesures pour renoncer à la taxe de vente sur les véhicules utilisant du gaz propane, et à la taxe sur le gaz propane servant de carburant pour les véhicules automobiles, que le propane comme carburant est devenu commercialemenmt viable.

C'est assez ironique, comme nous l'avons soulevé dans nos commentaires précédents concernant l'établissement des prix du pétrole. Le Canada exporte plus de propane qu'il n'en consomme. Le gaz propane est disponible depuis bien des années, comme source de remplacement du pétrole brut importé, au Canada, mais ce n'est que depuis qu'un gouvernement provincial, maintenant le gouvernement fédéral, offrent des encouragements coûteux que ce combustible est devenu une proposition beaucoup plus viable sur le plan commercial. Même maintenant, l'encouragement à la conversion fédérale de $400 ne serait probablement pas efficace, sauf pour l'Ontario, l'Alberta, et probablement la Colombie-Britannique. Au Québec, par exemple, même avec cet encouragement de $400, l'exploitant d'une firme commerciale n'est pas prêt à accepter un carburant de remplacement canadien à coût efficace, alors que son essence est subventionnée.

C'est également vrai pour le remplacement du mazout dans la province de Québec et dans les régions de cette province qui ne font pas partie des régions où on propose un service de distribution de gaz naturel. Il faudrait que les consommateurs soient motivés pour profiter des encouragements fédéraux à la conversion et pour remplacer leur mazout par du gaz propane, mais ils ne le feront pas, parce que le fournisseur de gaz propane ne peut livrer ce carburant à un prix concurrentiel au mazout importé subventionné.

Par ailleurs, la structure des prix annoncés pour le pétrole au Canada mise de côté, il y a néanmoins deux choses qui pourraient être faites pour améliorer cette situation. Premièrement, le prix du gaz propane au Canada devrait suivre de très près celui du gaz naturel. En grande partie, le gaz propane du Canada et tout l'accroissement anticipé dans le volume du gaz propane proviennent du traitement du gaz naturel. Deuxièmement, étant donné la disponibilité d'un excédant de gaz propane au Canada, il faudrait davantage utiliser ce gaz sur les marchés internes.

Je vais demander à mon collègue, Peter Ashton, de vous parler de cette partie de notre mémoire qui traite du méthanol comme source énergétique de remplacement. Je vais souligner à ce moment-ci que Inter-City Gas Corporation participe aux travaux sur le méthanol en tant qu'investisseur dans le cadre d'un projet connu sous le nom de Canadian Methanol Canadien ou CMC. M. Ashton et ses collègues de InterGroup Consulting Economists sont les chefs de file du projet sur le méthanol.

Monsieur le président, je suis disposé à répondre à vos questions concernant la politique de notre société. M. Hugh Coppen peut également vous donner les détails des questions touchant le gaz propane, ou autres questions.

Le président: Monsieur Ashton, vous pouvez nous faire brièvement vos commentaires et vous serez suivi de votre

[*Texte*]

think, has remarks? Then we can address our questions and any one of you can feel free to answer.

Mr. Didur: Yes, Mr. Chairman.

The Chairman: Mr. Ashton, please.

Mr. P. Ashton (Consultant, InterGroup Consulting Economists Ltd.): Thank you, Mr. Chairman.

In March of this year, about eight months or so ago, Inter-City Gas Corporation and a group of private investors known as the M-100 group entered into a joint venture agreement, the purpose of which was to work towards confirming the feasibility of methanol fuel production and marketing in Canada.

Assuming positive results, the joint venture, known as Canadian Methanol Canadien, CMC, would then proceed towards the establishment of methanol fuel production facilities and the associated fuel marketing arrangements and infrastructure.

CMC has now completed its analyses; we have conducted extensive engineering, market development, costing, feedstock, plant siting, economic and financial studies, costing in total about a quarter of a million dollars. These analyses confirm the over-all feasibility—economic, technical and marketing—associated with meeting the initial CMC objectives.

We are sufficiently encouraged that we are now ready to face one final hurdle prior to decisions to proceed with the construction of methanol-producing facilities. The hurdle that we now face is the satisfactory resolution of negotiations with government authorities. We seek to have put in place a set of measures and assurances which will offset the distortions created by current subsidization of the oil products with which the methanol fuel would have to compete, and these negotiations have just now begun.

In brief, as contained in our written submission, the assurances that CMC seeks are the same set of policy measures—product price guarantees, incentive grants and depreciation allowances—that are extended to other synthetic fuel producers—tar sands, for example—and the same set of incentive measures, the natural gas prices and conversion grants, that are extended to oil users to convert to natural gas as announced in the recent national energy program.

• 1015

What we seek, then, should not be construed as any special treatment of this particular energy supply option. What we have done is define an energy development opportunity which we believe to be squarely in the Canadian interest, to produce a liquid fuel to displace imported crude oil with domestic resources. It is an economically viable energy supply opportunity and one in which Canadians in all regions of the country can participate. Basically we believe that any alternative

[*Traduction*]

troisième collègue, qui, je crois, a également quelques observations à faire. Nous pourrons ensuite vous poser nos questions, et sentez-vous bien libres, l'un ou l'autre d'entre vous, de nous répondre.

M. Didur: Oui, monsieur le président.

Le président: Monsieur Ashton, vous avez la parole.

M. P. Ashton (expert-conseil, InterGroup Consulting Economists Ltd.): Merci, monsieur le président.

Au mois de mars cette année, il y a environ huit mois, Inter-City Gas Corporation et un groupe d'investisseurs privés connu comme le groupe M-100 ont conclu un accord pour une entreprise conjointe dont le but était de travailler pour confirmer la rentabilité d'une production de méthanol et sa commercialisation au Canada.

En supposant que les résultats seraient positifs, cette entreprise conjointe, connue sous le nom de Canadian Methanol Canadien, CMC, devait ensuite s'occuper des installations de production de méthanol et prévoir les arrangements et l'infrastructure pour la commercialisation de ce combustible.

CMC a maintenant terminé ses analyses, nous avons fait des études approfondies d'ingénierie, de développement des marchés, d'établissement des coûts, d'alimentation, d'emplacements de l'usine, des études économiques et financières, qui se chiffraient au total à quelque $250,000. Ces analyses ont confirmé la rentabilité—économique, technique, et commerciale—du projet, de même que la possibilité de réaliser les objectifs initiaux de CMC.

Nous sommes assez encouragés pour pouvoir faire face aux derniers obstacles, avant de prendre la décision concernant la construction des installations de production du méthanol. Il s'agit donc de résoudre de façon satisfaisante nos négociations avec les autorités gouvernementales. Nous voulons que soient acceptées une série de mesures et de garanties qui pourraient équilibrer les distorsions créées par les produits pétroliers subventionnés que le méthanol devra concurrencer. Ces négociations ne font que commencer.

En résumé, ainsi que l'indique notre mémoire écrit, ces assurances que cherche à obtenir CMC sont cette série de garanties politiques—garanties concernant le prix du produit, subventions d'encouragement et provision pour amortissement—qui ont été offertes à d'autres producteurs de combustibles synthétiques—sables bitumineux, par exemple—et les mêmes mesures d'encouragement, les subventions à l'encouragement et au prix du gaz naturel, qui sont prévues pour les utilisateurs de pétrole qui se convertissent au gaz naturel, ainsi que l'annonçait récemment le programme énergétique national.

Nous ne cherchons pas un traitement spécial dans cette solution particulière de l'approvisionnement énergétique. Nous avons simplement défini une occasion de développement énergétique qui rejoint les intérêts canadiens afin de produire un combustible liquide qui remplacerait le pétrole importé par des ressources canadiennes. Il s'agit d'une occasion d'approvisionnement énergétique économiquement viable à laquelle peuvent participer tous les Canadiens, partout au pays. Nous croyons

[*Text*]

energy development opportunity, if it meets the test of long term economic and technical viability, should not be discriminated against by virtue of the current policy of subsidizing petroleum products which would be displaced thereby.

Other more specific details of the CMC proposal and the benefits to Canada that would arise therefrom are contained in the written submission. We would be happy to elaborate on the principles involved and respond to questions the committee may have, recognizing, please, that there are some limitations of commercial confidentiality involved here. Thank you.

The Chairman: If we address questions to you that you cannot answer at the present time, you can just state so, right away. Do you mean that some of the questions that we may direct to you, you would rather not answer because of the confidentiality until such a project is onstream?

Mr. Ashton: Precisely, precisely that. However, we will be quite prepared to discuss or even present the material privately to the committee, if you so desire.

The Chairman: Thank you. Mr. Didur.

Mr. Didur: Mr. Chairman and members of the committee, you have been very patient with us. We have attempted to express the viewpoint of one company, presently active in the energy industry and a company that is determined to play a leading role in the development of alternative energy sources in Canada. We are most appreciative of the opportunity you have offered us today and we will now do our best to answer any questions that the committee may have.

The Chairman: I have just one or two short questions before going to my colleagues. On page 2 of the statement you just finished reading, towards the end of the first paragraph you state that:

> Our research and development program is pioneering a totally new furnace technology which we believe will surpass even today's high efficiency products and could be available on the market within two years.

Now, if I were living in an area where natural gas was available to me and I was using some other fuel, it would lead me to hesitate to make the switch immediately, saying that these people are telling me that if I wait two years I am going to get a much more efficient furnace. I might spend 10 or 20 per cent more using oil or 25 per cent more using oil for two years, for instance, but I am going to gain it back in a very short time, if I wait for the new furnaces. Do you feel that such a statement could have that kind of effect if it were widely spread? Do you think the government's program is maybe two years ahead of its time?

Mr. Didur: Mr. Chairman, I would agree with your statement generally; that is true. In fact there have been inquiries in our industry displaying much interest in the conversion assistance offered by the government. There is some hesitation because of the new efficiency equipment in the offing a few years down the road. However, I would suggest to you that the government incentive program is not too early. I believe we should go ahead with it as proposed, although I believe there

[*Translation*]

surtout qu'une occasion de développement d'une énergie de remplacement qui pourrait subir l'épreuve d'une économie à long terme et d'une viabilité technique ne devrait pas être défavorisée par la politique actuelle de subventions des produits pétroliers qui seraient par le fait même remplacés.

Le mémoire écrit comprend le détail de la proposition de CMC et les profits que le Canada pourrait en tirer. Nous pouvons vous donner des précisions sur les principes en cause, pour répondre aux questions que vous voudrez bien nous poser, tout en sachant qu'il y a certaines restrictions pour les questions commerciales confidentielles. Merci.

Le président: Si nous vous posons des questions auxquelles vous ne pouvez répondre maintenant, vous n'avez qu'à le dire tout de suite. Voulez-vous dire que vous ne pourrez répondre à certaines questions à cause de l'aspect confidentiel du projet qui est en cours?

M. Ashton: Précisément. Toutefois, nous sommes disposés à discuter, ou même à vous donner des documents privément, si vous le désirez.

Le président: Merci. Monsieur Didur.

M. Didur: Monsieur le président, membres du Comité, vous avez été très patients. Nous avons tenté d'exprimer le point de vue d'une société qui participe activement à l'industrie énergétique, une société qui est déterminée à jouer un rôle de premier plan dans le développement de sources énergétiques de remplacement au Canada. Nous vous sommes très reconnaissants de cette occasion que vous nous offrez aujourd'hui et nous ferons de notre mieux pour répondre à vos questions.

Le président: Je voudrais poser une ou deux courtes questions avant de passer la parole à mes collègues. Vous dites, à la page 2 de votre déclaration, vers la fin du premier paragraphe:

> Notre programme de recherche et de développement joue le rôle de pionnier dans cette toute nouvelle technologie concernant les chaudières, qui surpassera les produits actuels les plus efficaces et qui sera probablement présentée sur le marché d'ici deux ans.

Si je vivais dans une région où le gaz naturel est disponible, si je me servais d'un autre combustible, j'hésiterais un peu avant de changer imédiatement, car certaines personnes disent que si j'attends deux ans, je pourrais obtenir une chaudière beaucoup plus efficace. J'utiliserais peut-être 10 ou 20 p. 100 plus de mazout, ou 25 p. 100 de plus pendant deux ans, mais je vais y regagner en fin de compte si j'attends la nouvelle chaudière. Croyez-vous que ce soit vrai? Croyez-vous que le programme gouvernemental soit deux ans en avant de son temps?

M. Didur: Monsieur le président, je suis d'accord en général avec votre déclaration, c'est vrai. On a même fait des enquêtes dans notre industrie, on s'est beaucoup intéressé aux subventions de conversion qui sont offertes par le gouvernement. Les gens hésitent un peu à cause du nouvel équipement efficace qui sera offert dans quelques années. Cependant, je vous répondrai que le programme d'encouragement gouvernemental ne vient pas trop tôt. Il nous faut aller de l'avant avec cette proposition,

[*Texte*]

should be some allowance, and the program should be flexible. I think the important aspect is to get off oil as quickly as possible and to make that conversion. In the program itself, there should be some flexibility for the person to take on that next opportunity to acquire some higher efficiency.

• 1020

The Chairman: The problem there is—in your opinion, what does it cost for the average three-bedroom bungalow, let us say, to switch from oil to gas right now with the furnace that is available to the consumer as of now—an average price, let us say.

Mr. Didur: Let us assume that a consumer had an oil furnace which was of fairly modern vintage. The consumer could have a conversion burner installed. The total price might be in the neighbourhood of $400-$600.

The Chairman: Okay, that is a person who has a recent vintage you say?

Mr. Didur: Yes, an oil furnace.

The Chairman: Something that is not over, says, seven, eight years old?

Mr. Didur: Oh, I think we can extend that to 10 to 15 years.

The Chairman: A 10- or 15-year old furnace can be switched over for about $400 did you say?

Mr. Didur: $400 to $600.

The Chairman: Let us use $600. If it is older than that, what is it going to cost him, $1,500?

Mr. Didur: If it is older than that, for a three-bedroom bungalow—let us assume there is 1,000 square feet—he might be paying between $1,000 to $1,200.

The Chairman: O.K. So you have one person who is going to invest $600 today. His neighbour will have to invest $1,200. Two years from now you are going to make available to the consumer this super high efficiency furnace. Where does that leave him? What is it going to do, give 20 per cent more efficiency?

Mr. Didur: Well, let me speak about the efficiency. Let us assume that the person using oil right now has an efficiency of, let us say, in the neighbourhood of 65 to 70 per cent. I am using the same efficiency for oil as there is for gas. If he converted his oil furnace to gas with the conversion burner, he could in most cases improve that efficiency 12 to 15 per cent, if the program were flexible.

The Chairman: Plus 15 per cent reduction in the price of fuel as well?

Mr. Didur: That is what it translates to directly.

The Chairman: Yes. So he would get about a 12 per cent increase in efficiency?

Mr. Didur: Twelve to fifteen per cent.

The Chairman: A 15 per cent reduction in the cost of his fuel.

[*Traduction*]

même si je crois qu'il faudrait tenir compte de ce qui va arriver, et le programme devrait être plus souple. Ce qui est important, c'est de remplacer le mazout aussi rapidement que possible et de faire la conversion. Le programme devrait être plus souple pour la personne qui veut attendre une technique plus efficace.

Le président: Disons que le problème est de savoir ce qu'il en coûtera, par exemple, pour chauffer un bungalow de trois chambres à coucher si dès maintenant on remplace le chauffage au mazout par le gaz en se servant de la même chaudière et du prix moyen actuel.

M. Didur: Supposons qu'un client ait une chaudière au mazout relativement moderne. Il peut faire installer un brûleur de conversion. Il lui en coûtera de $400 à $600.

Le président: Très bien, il s'agit d'une personne qui a une chaudière assez récente, n'est-ce pas?

M. Didur: Oui, une chaudière au mazout.

Le président: Une chaudière qui n'a pas plus de sept ou huit ans?

M. Didur: Je crois que nous pouvons aller jusqu'à dix ou quinze ans.

Le président: Une chaudière de dix ou quinze ans peut-être convertie pour $400, dites-vous?

M. Didur: De $400 à $600.

Le président: Disons $600. Si la chaudière est plus ancienne que cela, que lui en coûtera-t-il? Mille cinq cents dollars?

M. Didur: Si elle est plus ancienne, pour chauffer un bungalow de trois chambres à coucher, de mille pieds carrés environ, cela lui coûterait entre $1,000 et $1,200.

Le président: Très bien. Voilà donc une personne qui doit investir $600 aujourd'hui. Son voisin investira $1,200. Dans deux ans, vous pourrez offrir aux consommateurs une chaudière de très haute efficacité. Où cela mène-t-il? Est-ce qu'on lui donnerait 20 p. 100 plus d'efficacité?

M. Didur: Parlons un peu d'efficacité. En supposant qu'une personne chauffe au mazout présentement, l'efficacité est de 65 à 70 p. 100 environ. J'utilise le même pourcentage d'efficacité pour le mazout et pour le gaz. S'il convertit sa chaudière au mazout, pour se servir de gaz, en installant un brûleur de conversion, dans la plupart des cas, il améliorera son efficacité de 12 à 15 p. 100, si le programme est souple.

Le président: Il y aura également une réduction de 15 p. 100 dans le prix du combustible, n'est-ce pas?

M. Didur: C'est à peu près ce qu'on obtient.

Le président: Oui. L'efficacité de son chauffage augmentera donc de 12 p. 100?

M. Didur: De 12 à 15 p. 100.

Le président: Son combustible lui coûterait 15 p. 100 de moins.

[*Text*]

Mr. Didur: Well, his efficiency would increase between 12 to 15 per cent and he would have a corresponding decrease in his fuel bill.

The Chairman: Ok.

Mr. Didur: Now, if the program were flexible—by flexible I mean that he can take advantage of the immediate savings—Canada could take advantage of substituting that oil with gas two years down the road if the program were flexible. The balance between what he has spent and the $800 could be used to go to the higher efficiency furnace.

The Chairman: Ok.

Mr. Didur: To you Mr. Chairman, I suggest that is the way to go.

The Chairman: In other words, if a person made the switch now to the conversion, as you say, or the furnace which is available now to the consumer and he was eligible for, say, $300 or $400 of the $800, the other would be left in an account for him or her to use when the new high efficiency furnaces are available.

Mr. Didur: Yes, Mr. Chairman.

The Chairman: He could use the balance.

Mr. Didur: Yes, Mr. Chairman.

The Chairman: Well, that might be a help because after reading your statement, I thought there would be a massive refusal by Canadian consumers to change over until those high efficiency furnaces are available and that could delay the off-oil program for two years minimum.

Mr. Didur: Let us say that there is some hesitation on the part of some, but probably very few. There is interest and we feel that if the program were flexible to allow that consumer to upgrade the situation, it would be beneficial to all.

The Chairman: I am going to pass over to my other colleagues. I have further questions but I will come back later. Mr. MacBain, then Mr. Corbett, then Mr. Portelance.

• 1025

Mr. MacBain: Thank you, Mr. Chairman. I have some brief questions.

You mentioned that your company, Inter-City Gas, was a Canadian company. Who are the shareholders in it? Are they municipalities? Or is it just the same as most commercial companies in Canada?

Mr. Didur: We are an investor-owned company with shares held in Canada. There are some shares held in the U.S., too, as there are in other parts of the world.

Mr. MacBain: I was not sure whether it started out and remains basically a public utility or not. I take it that that is not so?

Mr. Didur: No, it is not, Mr. Chairman.

Mr. MacBain: Propane availability longterm: if we were to increase it the way you suggest—and I certainly agree with

[*Translation*]

M. Didur: Son efficacité augmenterait de 12 à 15 p. 100 et son compte de chauffage diminuerait de façon correspondante.

Le président: Très bien.

M. Didur: Si le programme était souple, et je veux dire par là s'il peut profiter immédiatement d'une épargne, le Canada pourrait profiter du remplacement du pétrole par le gaz dans deux ans, si le programme était souple. La différence entre ce que le client a dépensé et les $800 pourrait servir pour la chaudière à haute efficacité.

Le président: Très bien.

M. Didur: Monsieur le président, c'est ce qu'il faudrait faire, à mon avis.

Le président: Autrement dit, si une personne veut maintenant faire cette conversion, comme vous l'avez dit, avec la fournaise qui est disponible présentement pour le consommateur, et s'il est admissible à la subvention de $300 ou $400, ou de $800, l'autre partie serait placée dans un compte dont il pourrait se servir lorsque la nouvelle chaudière plus efficace sera sur le marché.

M. Didur: Oui, monsieur le président.

Le président: Il pourrait se servir du reste du montant.

M. Didur: Oui, monsieur le président.

Le président: Ce serait bien, car après avoir lu votre déclaration, je croyais que les consommateurs canadiens refuseraient en masse d'effectuer le changement, jusqu'à ce que les nouvelles chaudières très efficaces soient disponibles et qu'ainsi, le programme serait retardé de deux ans au minimum.

M. Didur: Disons qu'il y a une certaine réticence chez certains, mais ils sont probablement peu nombreux. Il y a également un intérêt et nous croyons que si le programme était flexible et permettait au consommateur d'améliorer sa situation, tous pourraient en profiter.

Le président: Je vais maintenant passer la parole à mes collègues. J'ai d'autres questions à poser, mais je reviendrai plus tard. M. MacBain a la parole. Il sera suivi de M. Corbett, et ensuite, de M. Portelance.

M. MacBain: Merci, monsieur le président. Je voudrais poser quelques brèves questions.

Vous l'avez déjà mentionné, votre société Inter-City Gas est une société canadienne. Qui en sont les actionnaires? S'agit-il de municipalités? Ou est-ce la même chose que pour la plupart des sociétés commerciales au Canada?

M. Didur: Notre société appartient aux investisseurs et les actions sont au Canada. Il y en a quelques-unes aux États-Unis également, et aussi dans d'autres parties du monde.

M. MacBain: Je n'ai pas très bien compris si la société était au départ une société de service d'utilité publique ou non et si elle l'est demeurée. Je crois comprendre que ce n'est pas le cas.

M. Didur: Non, ce ne l'est pas, monsieur le président.

M. MacBain: Parlons de la disponibilité du gaz propane à long terme. Si nous devions augmenter son utilisation comme

[*Texte*]

that; I am from Niagara Falls and you may or may not be aware of this but the big taxi firm in St. Catharines, the next town, has turned to propane—would there be any danger of a shortage of supply if there were widespread change to propane?

Mr. Didur: Canadian production is running in the neighborhood—and this is 1979 production—of about 270,000 barrels a day. Domestic requirements today, including petrochemical, is about 103,000 barrels a day. We are exporting 167,000 barrels a day.

Mr. MacBain: But if we had, for example, a tenfold increase?

Mr. Didur: Okay. As we move ahead with the off-oil program and increase the amount of natural gas produced, we will automatically increase the amount of propane.

Mr. MacBain: Correspondingly like?

Mr. Didur: That is correct.

So there will be a substantial increase in the amount of propane produced and what we are suggesting here is that new production be directed towards the domestic market to the extent that the domestic market requires it.

Mr. MacBain: Okay. So it would not be a problem, if we had a tenfold or better increase in use?

Mr. Didur: No.

Mr. MacBain: Okay.

Just before leaving that, I would mention, in passing, a very interesting point. In a certain city, which I have already mentioned, there are two large taxi companies, and it is very interesting why one went to propane and one did not. It boils down to the interrelationships. In one, the employees pay the fuel, and in the other one, they do not; which is a very unusual way of deciding whether you go propane or not. You might keep that in the back of your mind.

Mr. Didur: That is good marketing strategy.

Mr. MacBain: Right.

Now, I want to move to the gentleman who was dealing with methanol, and I just have a few very short questions. I take it you are not discussing methanol from natural gas?

Mr. Ashton: The concept involves about 80 per cent of the feedstock of the plant coming from natural gas and 20 per cent of it coming from gasified biomass—forest residues.

Mr. MacBain: So you are actually using up a very valuable non-renewable resource to get the methanol, if you use the natural gas?

Mr. Ashton: Certainly. It is based primarily on a non-renewable resource, yes. But we would argue that particular use of natural gas is just as valuable to Canada as exporting it or using it in home heating.

Mr. MacBain: Yes, I do not deny that; but I was hoping that a company with your size and expertise was going into

[*Traduction*]

vous le proposez,—et je suis certainement d'accord, je viens de Niagara Falls et vous le savez peut-être, mais une grande entreprise de taxi de St. Catherines, la ville voisine, vient de se convertir au gaz propane—n'y aurait-il pas un danger de pénurie si le changement au propane était très répandu?

M. Didur: La production canadienne, du moins celle de 1979, était d'environ 270,000 barils par jour. Les besoins intérieurs actuellement, y compris les produits pétrochimiques, se situent à 103,000 barils par jour environ. Nous exportons 167,000 barils par jour.

M. MacBain: Disons par exemple que l'on demande dix fois plus?

M. Didur: Très bien. Au fur et à mesure que nous laissons tomber le pétrole et augmentons la production de gaz naturel, automatiquement, nous augmenterons le volume de gaz propane.

M. MacBain: Le volume correspondrait?

M. Didur: C'est exact.

Il y aura donc une augmentation importante du volume de gaz propane produit et nous suggérons que cette nouvelle production soit dirigée vers le marché interne, dans la mesure où il en a besoin.

M. MacBain: Très bien. Cela ne pose donc pas de problème que la demande soit dix fois plus grande ou qu'il y ait une bonne augmentation?

M. Didur: Non.

M. MacBain: Très bien.

Avant de quitter ce sujet, je voudrais souligner en passant une question très intéressante. Dans une certaine ville que j'ai déjà mentionnée, il y a deux entreprises de taxi importantes, une qui s'est déjà convertie au gaz propane et l'autre, pas. On en revient donc à la question d'interrelations. Dans un cas, les employés paient leur carburant et dans l'autre, non. C'est souvent de cette façon que se décide la conversion au propane. Vous pouvez peut-être vous souvenir de cela.

M. Didur: C'est une bonne stratégie de commercialisation.

M. MacBain: Certainement.

Je voudrais maintenant m'adresser au représentant qui a parlé du méthnol, et lui poser quelques questions très courtes. Je présume que vous ne voulez pas parler du méthanol provenant du gaz naturel?

M. Ashton: Quatre-vingts p. 100 environ de l'alimentation de l'usine proviennent du gaz naturel et 20 p. 100, de la biomasse gazéifiée, de résidus forestiers.

M. MacBain: Vous vous servez donc d'une ressource non renouvelable, qui a beaucoup de valeur, pour obtenir du méthanol, si vous vous servez de gaz naturel?

M. Ashton: Certainement. La production est fondée principalement sur une ressource non renouvelable. Toutefois, nous prétendons que cette utilisation de gaz naturel a tout autant de valeur pour le Canada que l'exporter ou s'en servir pour chauffer des maisons.

M. MacBain: Oui, je ne le nie pas, mais j'espérais qu'une société de votre envergure et de votre compétence pouvait

[*Text*]

something like a large commercial methanol plant from biomass. But I take it you are not moving in that direction?

Mr. Ashton: We would hesitate to be able to make the firm commitments and the firm statements if the plant was to use biomass as 100 per cent of its feedstock at this point in time, primarily because of the development of the technology of gasifying biomass.

• 1030

Mr. MacBain: Right. But what initiative or incentive would it take —if the question is worthy of an answer and I would assume it would not be answered this morning but later on, and you can always put in a submission on a specific point to our committee and it will be circulated and become, if it is deemed worthy, a part of our report—to move a company such as yours into a large commercial methanol plant using biomass? You do not have to answer it now, but what type of help would you need? We cannot keep saying we are perfecting the techniques, because some have to be done as you go along and I think the government has to take some of the risks.

I would like—and it certainly would not be fair to ask you to answer now, but you could answer it in the quiet of your office in the next two weeks—to know how your company would visualize you saying to the Minister of Energy, Mines and Resources: Look, someone is going to get their feet in there and get them wet; it is obviously going to happen in all likelihood in the United States if we do not move so why do we not move in. We will share the risk with you, we will share the amount of money that is required; give us a few non-monetary incentives and give us a monetary incentive, here is what we visualize you would have to do: We will be your guinea pig to put in place the first methanol plant in Canada using 100 per cent biomass. I do not think many of us are overjoyed, with all due respect, with using natural gas to make methanol. But we would be overjoyed if you could come up with a sensible and business-wise approach, from your standpoint and the government's standpoint.

If you would, we would like you to give us a short resume on that which this committee could look into, that would be innovative and establish your company as willing to do something that no one else is prepared to do at this time. It would be a joint venture with the Government of Canada, sharing the resource, sharing the industrial technology after it is over, even if it has to be a separate company; you would be getting your feet wet, taking your knocks over the next five years to get us into a position where we would have some Canadian technology that would be saleable throughout the world.

I do not expect any answer now other than whether or not you would be willing to do it or consider it in the next two weeks or so.

[*Translation*]

mettre sur pied, à partir de la biomasse, une très grosse usine commerciale de méthanol. Je crois comprendre que vous ne vous acheminez pas dans cette direction.

M. Ashton: Nous hésiterions à nous engager de façon ferme et à faire des déclarations fermes si l'usine devait se servir de biomasse à 100 p. 100 pour son alimentation à ce moment-ci, à cause surtout du développement de la technologie, de la gazéification de la biomasse.

M. MacBain: Bien. Quelle initiative ou quel encouragement vous faudrait-il? Je ne sais pas si ma question vaut la peine qu'on y réponde; je suppose que vous ne pourrez le faire ce matin, mais plus tard; vous pouvez toujours répondre sous forme de mémoire au Comité et nous le ferons circuler au Comité. Si cela valait la peine, il pourrait faire partie de notre rapport. Que faudrait-il donc pour qu'une société comme la vôtre puisse produire commercialement du méthanol en se servant de la biomasse? Vous n'avez pas à répondre maintenant, mais quel genre d'aide vous faudrait-il? Nous ne pouvons pas toujours prétendre que nous perfectionnons les techniques, car il faut que quelque chose soit fait dans l'intervalle, et le gouvernement doit, à mon avis, prendre ce genre de risque.

J'aimerais,—et ce n'est certainement pas juste de vous demander de répondre maintenant, peut-être pourrez-vous le faire dans l'intimité de votre bureau au cours des deux prochaines semaines—j'aimerais savoir comment votre société réagirait si vous disiez au ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources: écoutez, quelqu'un doit s'engager et se mouiller les pieds. La chose va certainement arriver aux États-Unis si nous ne nous décidons pas, par conséquent, pourquoi ne pas le faire? Nous allons partager avec vous les risques, nous allons partager le financement nécessaire, encouragez-nous sur le plan financier, et autres; voici ce que vous pouvez faire: nous serons votre cobaye, nous allons installer la première usine de méthanol au Canada se servant entièrement de biomasse. Je ne crois pas que la plupart d'entre nous seront transportés de joie à l'idée que vous vous servez de gaz naturel pour faire du méthanol. Nous serions heureux toutefois si vous pouviez trouver une méthode sensée et commerciale, pour vous et pour le gouvernement.

Si vous le voulez bien, nous aimerions que vous nous donniez un très court résumé de la question, le Comité pourrait l'étudier, ce serait une approche innovatrice, et votre société prouverait qu'elle peut faire quelque chose que personne d'autre n'est disposé à faire à ce moment-ci. Ce serait une entreprise conjointe avec le gouvernement du Canada, un partage des ressources, un partage de la technologie industrielle, une fois que ce sera fait, même s'il faut que ce soit une société distincte; vous vous mouilleriez les pieds, vous auriez à subir des désavantages pour les cinq prochaines années, pour que nous soyons en mesure d'avoir une technologie canadienne qu'il serait possible de vendre partout dans le monde.

Je ne m'attends pas à ce que vous me répondiez ce matin, sauf pour me dire si oui ou non vous êtes d'accord pour le faire, ou pour étudier la question au cours des deux prochaines semaines.

[*Texte*]

Mr. Ashton: Well, certainly we would be prepared and very happy to provide the committee with what you have asked for.

I could offer a couple of brief comments though which are quite open, insofar as we are concerned. On the biomass gasification of the particular plant, we have had the engineering done. It involves the joint feedstock concept. The biomass component of it is covered, insofar as the engineers are concerned, by the same or very nearly the same commercial guarantees as the natural gas component of the plant is, which tells us that the engineering company is quite prepared to stand behind the technology of wood gasification right now—right now, today.

M. MacBain: Well, that is why you should move along the lines I suggested then.

Mr. Ashton: Well, we fully intend to. The reason for picking this joint feedstock though is to enable us to move with a little greater speed.

Mr. MacBain: I am not intending in my suggestion to take away from your move to the joint feedstock, I think you have to do that. I want something separate and apart from that. What you just said leads me to believe we should not be as afraid as I may have given you the idea that I am of moving ahead.

I would like you to take two weeks—he has two weeks, Mr. Chairman, has he not?

The Chairman: Sure.

Mr. MacBain: You have two weeks to put something down on paper, but you have to do it on the basis that we can take it, decide with our project manager and with the committee's practical knowledge whether or not it makes sense; maybe change it slightly but probably in consultation with you and our project manager, and then we will make a recommendation to Mr. Lalonde: Why not be innovative; why do you not do this? If Canada does not start doing things like this, and with the help of industry, we are going to be left in the dark ages insofar as technology in the energy field is concerned like the United States.

I do not want to say any more, and I am sorry, Mr. Chairman.

The Chairman: Thank you, Mr. MacBain.

Mr. Corbett, please.

• 1035

Mr. Corbett: Thank you, Mr. Chairman.

Gentlemen, you make the statement that you are Canada's leading distributor of propane. Could you tell us where your source is?

Mr. Didur: Our source is in British Columbia, in Alberta, in Sarnia, and we distribute propane in all of the provinces with the exception of the Maritime provinces currently, from those sources. They are all Canadian sources.

[*Traduction*]

M. Ashton: Je serais certainement prêt et très heureux de fournir au Comité ce que vous nous demandez.

Je pourrais vous faire quelques observations très brèves et très franches sur notre point de vue du moins. Au sujet de la gazéification de la biomasse dans cette usine, nous avons déjà fait l'ingénierie. Elle comprend une alimentation mixte. La composante biomasse est couverte, du moins pour les ingénieurs, par les mêmes garanties commerciales, ou presque, que la composante gaz naturel de l'usine. Autrement dit, la société d'ingénierie est tout à fait disposée à garantir la technologie de la gazéification du bois maintenant, tout de suite, aujourd'hui.

M. MacBain: C'est pourquoi, à mon avis, vous devriez procéder comme je vous l'ai suggéré.

M. Ashton: Nous avons tout à fait l'intention de le faire. La raison pour laquelle nous avons choisi cette alimentation mixte, c'est qu'elle nous permet de procéder plus rapidement.

M. MacBain: Je ne vous propose pas de vous éloigner de cette entreprise mixte d'alimentation, c'est ce qu'il vous faut faire. Je voudrais quelque chose de plus, quelque chose de distinct. Ce que vous venez de dire me porte à croire qu'il ne faut pas avoir aussi peur d'aller de l'avant que je vous l'ai laissé entendre.

J'aimerais bien que vous preniez deux semaines . . . il peut bien prendre deux semaines, n'est-ce pas, monsieur le président?

Le président: Certainement.

M. MacBain: Vous avez donc deux semaines pour rédiger votre réponse, mais vous devez le faire pour que nous puissions décider, avec notre directeur de projet et les connaissances pratiques que nous avons au Comité, si ce projet a du sens ou non. Nous pourrons peut-être le modifier légèrement, en vous consultant et en consultant notre directeur de projet, afin que nous puissions présenter nos recommandations à M. Lalonde: pourquoi ne pas être innovateurs, pourquoi ne pas faire ceci? Si le Canada ne commence pas maintenant à faire des choses de ce genre, avec l'aide de l'industrie, nous resterons loin derrière, dans le domaine énergétique, comme aux États-Unis.

Je ne veux pas en dire davantage, excusez-moi, monsieur le président.

Le président: Merci, monsieur MacBain.

Monsieur Corbett, vous avez la parole.

M. Corbett: Merci, monsieur le président.

Vous avez fait une déclaration comme quoi vous étiez le principal distributeur de propane au Canada et, dans cette optique, pourriez-vous nous dire où vous trouvez votre propane?

M. Didur: C'est en Colombie-Britannique, en Alberta, à Sarnia, que nous le trouvons, et c'est à partir de là que nous distribuons le gaz propane dans toutes les provinces, à l'exception des provinces Maritimes. Il s'agit dans tous les cas de sources canadiennes.

[*Text*]

Mr. Corbett: I see. Do you buy from refineries, or do you refine yourself?

Mr. Didur: We purchase some propane from refineries but basically our purchases are from the natural gas processing plants where the propane and other liquids are separated from the natural gas.

Mr. H. C. Coppen (Vice-President, Inter-City Gas Corporation): If I may add a point there, the locations at which we do purchase from refineries are primarily eastern Canada, primarily in fact the Province of Quebec, where the refinery product is cheaper for us at this stage than a product which would be transported from Sarnia. But Sarnia is our major point of pick-up for all of Ontario and for a large part of Quebec.

Mr. Corbett: Why are you not in the Maritimes?

Mr. Didur: Currently there are refineries in the Maritimes that are using and have historically used their own production of propane for the Maritime markets. It would be very difficult for us to obtain any of that propane to get into a marketing program. However, with the new national energy program we will be taking a serious look at the Maritime markets.

We effectively serve eastern Canada and we serve right through to the Gaspé, but that other area we are clear of at the present time.

Mr. Coppen: We have to look at the Maritimes from the point of view of sourcing western or natural gas propane rather than imported refinery propane. The problem is one of logistics and economics: How can we land that propane in the Atlantic provinces at prices that would make it an attractive displacement fuel in today's pricing environment?

Mr. Corbett: I see. Do you anticipate that when the natural gas pipeline becomes a reality you will be involving yourself in these area provided you are successful in gaining distribution rights?

Mr. Didur: Most definitely, Mr. Corbett.

Mr. Corbett: You intend to pursue those?

Mr. Didur: We are, and in the Province of Nova Scotia we are competing with Nova Scotia Power Corporation and the province is very interested in what we have to offer. In the Province of New Brunswick things have not worked out as well as we had anticipated because of the NEB turning down the extension of the pipeline. However, there is considerable interest in that province now and we are actively pursuing that.

In the Province of Quebec hearings for the franchise rights were terminated back in September. The Régie in the province is currently deliberating the case and we hope there will be an announcement within the next month or so.

[*Translation*]

M. Corbett: D'accord. Est-ce que vous en achetez auprès des raffineries, ou est-ce que vous faites le raffinage vous-mêmes?

M. Didur: Nous achetons une partie de notre gaz propane auprès des raffineries, mais, la plupart de nos achats sont faits auprès des installations de transformation de gaz naturel qui effectuent la séparation entre le gaz propane et les autres liquides.

M. H. C. Coppen (vice-président, Inter-City Gas Corporation): Puis-je ajouter quelque chose? Nous achetons notre gaz principalement auprès de raffineries dans l'Est du Canada, particulièrement dans la province de Québec, où le produit raffiné est moins cher que celui qu'il nous faut transporter à partir de Sarnia. Mais Sarnia est le principal endroit où nous prenons le gaz destiné à tout l'Ontario et à une grande partie du Québec.

M. Corbett: Pourquoi ne distribuez-vous rien dans les provinces Maritimes?

M. Didur: Parce qu'à l'heure actuelle, les raffineries dans les provinces Maritimes utilisent et ont toujours utilisé leur propre production de gaz propane pour leur marché. Il nous serait fort difficile d'obtenir du gaz propane dans ces provinces pour notre programme de commercialisation. Pourtant, dans le cadre de ce programme énergétique national, nous allons examiner sérieusement la situation pour le marché des provinces Maritimes.

En fait, nous desservons l'Est du Canada, jusqu'à Gaspé, mais pour l'instant, nous ne desservons pas cette autre zone.

M. Coppen: Les provinces Maritimes s'approvisionnent dans l'Ouest du Canada, ou utilisent du gaz propane naturel pour remplacer le propane raffiné qui est importé. Le problème qui se pose ici, c'est un problème de logistique et d'économie: comment pouvez-vous distribuer du gaz propane dans les provinces Atlantiques à des prix qui sont concurrentiels, alors que le combustible coûte si cher à transporter à l'heure actuelle?

M. Corbett: Je comprends. Est-ce que, une fois que le gazoduc pour transporter le gaz naturel aura été construit, vous vous occuperez de ces régions, à condition naturellement que vous obteniez des droits de distribution?

M. Didur: Très certainement, monsieur Corbett.

M. Corbett: Est-ce que vous avez l'intention de poursuivre ces objectifs?

M. Didur: Oui, mais dans la province de Nouvelle-Écosse, nous entrons en concurrence avec la Nova Scotia Power Corporation, mais la province manifeste beaucoup d'intérêt pour ce que nous pouvons lui offrir. Au Nouveau-Brunswick, la situation n'est pas aussi bonne que prévu, parce que l'Office national de l'énergie a refusé le permis de prolongation du pipe-line. Toutefois, cette province manifeste maintenant beaucoup d'intérêt et nous nous occupons aussi de la poursuite de ces objectifs dans cette province.

Au Québec, les audiences concernant les droits de concessions se sont terminées en septembre et la régie de la province est en train de délibérer sur le cas; aussi, nous espérons avoir des nouvelles d'ici un mois environ.

[*Texte*]

Mr. Corbett: Okay, In the Province of New Brunswick and in the Province of Nova Scotia—as you mentioned, in the province of Nova Scotia the Power Corporation in Nova Scotia is anticipating that they are going to be favourably looked upon as the distributor, as is the New Brunswick Electric Power Commission, or at least they are going to make their application to act as the distributor. Why do you feel that your company would be in a better position to do the job in those regions than those two existing utilities?

Mr. Didur: That is a very good question, Mr. Corbett. I think I would like to answer it this way, that the object of this whole program is to get off oil as quickly as possible. The power commissions in Nova Scotia and in New Brunswick have both expressed interest, I have heard that. We believe we are more qualified to do so in that both those companies have never had to market a thing in their lives. Even with the incentives provided in both the cost of gas at the city gate and the conversion assistance, they will have to put together a marketing program and attack that mrket aggressively. It will not sell by itself, regardless of the icentives.

• 1040

The bulk of the work will have to be done over a period of five years if we are to get off oil as quick'y as possible. Our objectives are to do that within a five-year period after year one—and that varies. Assuming gas deliveries in November 1, 1983, then by 1987-88 the bulk of the work will be done.

We have the experience, we have the technology to do that. They do not have it. It can be obtained. We believe as an investor in the company we will have more interest than just having consultants involved.

A program of that nature is unique. It has never been undertaken in North America, to my knowledge—to go into territories that are totally unfamiliar with the technology and the operation of natural gas distribution systems. We have that expertise. We have a team of people whom we have gathered from across Canada starting back in 1978, and that team has studied the markets, it has done the preliminary engineering work. We are ready to start putting in pipe as soon as the green light is given to us. We do not have to go out and acquire that; we are ready to go now. We can do it and provide the most economical, the safest operating distribution system.

We made mistakes 25 years ago; we are not going to make them again. To allow someone without the knowledge of how to proceed—there could be poor judgment; there could be errors; and when you are spending $200 million for those systems—and they are each about $200 million—and you do

[*Traduction*]

M. Corbett: D'accord. Au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse... comme vous l'avez indiqué, en Nouvelle-Écosse, la Nova Scotia Power Corporation s'attend à ce que sa demande à titre de distributeur soit considérée d'un œil favorable, et au Nouveau-Brunswick, la New Brunswick Electric Power Commission espère aussi qu'elle sera choisie comme distributrice. Pourriez-vous nous expliquer pourquoi vous considérez que vous trouvez en meilleure position pour jouer ce rôle dans ces régions que ces deux sociétés de service public?

M. Didur: C'est là une question pertinente, monsieur Corbett. Je dirais que tout ce programme a pour objectif de remplacer la consommation du pétrole par celle du gaz, le plus rapidement possible. Les commissions énergétique de la Nouvelle-Écosse et du Nouveau-Brunswick ont dit qu'elles s'intéressaient à ce problème de remplacement, et nous le savons. Nous croyons être experts que ces deux sociétés, car en effet ces deux sociétés assurant des services publics n'ont jamais commercialisé la moindre chose. Même compte tenu des incitations qu'elles obtiendraient tant au point de vue prix avantageux au point de livraison qu'au point de vue aide à la transformation, il leur faudra établir un programme de commercialisation et se lancer de façon dynamique sur le marché. Le gaz ne vas pas se vendre tout seul, quelles que soient les incitations qu'on fournira.

Si nous voulons remplacer le pétrole le plus rapidement possible, la majorité du travail va devoir se faire au cours d'une période de cinq ans. Nous avons établi nos objectifs, compte tenu de cette période de cinq ans, et il va y avoir des variantes. En supposant que les livraisons de gaz commenceront le 1er novembre 1983, il faudra que, pour les années 1987-1988, l'essentiel du travail ait été accompli.

Nous avons l'expérience nécessaire et nous disposons des techniques nécessaires, ce qui n'est pas le cas de ces deux sociétés. Naturellement, l'expérience et les techniques s'obtiennent et nous pensons que, vu que nous sommes l'investisseur dans notre société, notre intérêt est plus grand que l'intérêt de ces deux sociétés, qui s'adjoindraient des experts.

Ce programme constitue quelque chose d'unique, car, à ma connaissance, rien de semblable n'a jamais été entrepris en Amérique du Nord. En effet, il faut se rendre dans des territoires qui sont complètement inconnus et y utiliser des techniques et des systèmes de distribution de gaz naturel. Nous avons cette compétence; nous disposons d'une équipe que nous avons commencé à recruter dès 1978, et cette équipe a fait l'étude des marchés; elle a déjà accompli le travail technique préalable à cette entreprise. Nous sommes prêts à installer les conduits, dès qu'on nous en donnera la permission, et nous n'avons pas besoin d'aller chercher ce matériel, nous sommes prêts à entrer en action. Nous sommes en mesure de fournir le système de distribution de gaz le plus économique et le plus sûr qui soit.

Nous avons fait des erreurs, il y a 25 ans, et nous ne les répéterons pas. Ce srait, à mon avis, faire preuve de mauvais jugement que de permettre à quelqu'un qui n'a pas l'expérience voulue de se lancer dans cette entreprise. Il pourrait en résulter des erreurs, et lorsque vous investissez 200 millions

[*Text*]

that in a short period of time, any poor judgment or any errors can be very, very costly. That is why we think we can do it better than they can.

Mr. Corbett: I will have to agree you make some very valid points.

Dealing with marketing, perhaps I can lead into it by asking you what your company's projections are for the supply of natural gas in this country, including the optimistic forecasts or outlook you might have, your company might hold, after all the conversions from oil have taken place. How many years of natural gas supply do we have in this country?

Mr. Didur: Mr. Corbett, I would like to answer that, and I will. I just want to go back to Nova Scotia and New Brunswick for a minute, if I may.

The commitment we have given to each of the provinces in which we are seeking franchise rights is to provide employment for as many people from that province in the gas distribution business as possible, and we will seek people from those provinces who are in the industry throughout Canada and try to entice them to come back. Those who are not available, we will take it upon ourselves—and have, and are currently training people in anticipation that we will be favoured with the distribution rights. In this fashion, we will proceed. This is the commitment we have given to those provincial governments.

To answer your question, which is a very, very large question—unfortunately I cannot give you an answer for it.

Mr. Corbett: You sound like a politician: to answer your question, I cannot answer your question.

Mr. Didur: We are a very small exploration company. We take part in the supply-demand hearings in front of the NEB, and really we have to go along with the numbers produced by TransCanada, Pan-Alberta; basically we support those numbers. And I can say that including all the expansion—that would be eastern Canada, the Maritimes, Vancouver Island—and depending on what forecast you look at, we are well beyond the year 2000 with proven reserves. That is excluding frontier areas.

• 1045

As to quantifying the volume of gas, I am not prepared to do that here, Mr. Corbett.

Mr. Corbett: When you say we are beyond the year 2000, are you talking 2200 or are you talking 2030 or 2050? Twenty years is not a long time.

Mr. Didur: If you assume that there will be no new exploration and no new volumes of gas brought to market, you are quite right, but that is not the case.

[*Translation*]

dans des systèmes de ce genre—chaque système de distribution coûte environ 200 millions—et que vous procédez à ce travail sur une courte durée, tout défaut de jugement ou toute erreur peut-être extrêmement coûteux. C'est pourquoi nous sommes convaincus que nous sommes les mieux placés pour effectuer cette distribution.

M. Corbett: Je dois reconnaître que vous nous présentez des arguments convaincants.

Pour parler de commercialisation, je pourrais peut-être commencer par poser la question suivante: d'après votre société, quelles sont les réserves de gaz naturel dont nous disposons au Canada, compte tenu des prévisions optimistes que vous, ou votre compagnie, pourrez avoir après qu'il y aura eu cette conversion qui aura été faite de l'utilisation du pétrole à celle du gaz? Combien d'années d'approvisionnement en gaz naturel pensez-vous que nous avons dans notre pays?

M. Didur: Monsieur Corbett, j'aimerais répondre à votre question, et je vais le faire. Je voudrais en revenir un instant à cette situation en Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick.

Dans ces deux provinces où nous essayons d'obtenir des droits de concession, nous nous sommes engagés à fournir dans ce domaine de distribution du gaz le plus grand nombre d'emplois possible. Nous chercherons à faire revenir ces habitants de ces provinces qui sont partis dans le secteur industriel dans tout le Canada pour leur donner des emplois. Lorsque nous ne pourrons trouver de spécialistes, nous en formerons, et, en fait, nous sommes en train de former des spécialistes pour le cas où nous aurions la chance d'obtenir des droits de distribution. Voilà l'engagement que nous avons fourni à ces gouvernements provinciaux.

Pour répondre à votre question, qui est extrêmement vaste, malheureusement, je ne puis vous donner de réponse.

M. Corbett: Vous ressemblez à un politicien lorsque vous nous dites que, pour répondre à notre question, vous ne pouvez pas donner de réponse.

M. Didur: Notre société est une très petite société de prospection. Et nous participons aux audiences d'offre et de demande que tient l'Office national de l'énergie et nous devons nous fier aux chiffres fournis par la TransCanada, la Pan-Alberta; en fait, nous nous basons sur ces chiffres. Et même en tenant compte de l'expansion dans l'Est du Canada, dans les provinces Maritimes, dans l'Île de Vancouver, et compte tenu du genre de prévisions que vous utilisez, nous aurons des réserves pour aller au-delà de l'an 2000. Ceci n'inclut pas les réserves à découvrir dans les territoires éloignées.

Je ne puis vous donner des quantités pour ce volume de gaz, monsieur Corbett.

M. Corbett: Lorsque vous dites que nous en avons pour aller au-delà de l'an 2000, voulez-vous dire, 2200 ou 2030 ou 2050? Vingt années, ce n'est pas long.

M. Didur: Si vous supposez qu'on ne fera pas de nouvelles découvertes et qu'il n'y aura pas de gaz nouveau qui sera apporté sur le marché, vous avez raison, mais ce n'est pas le cas.

[*Texte*]

Mr. Corbett: Exactly. That is not realistic is it?

Mr. Didur: No, it is not realistic. You can take Canadian Hunter and the Deep Basin; they are talking about 400 Tcf of gas. Canada is currently using a tcf of gas. We are exporting about a Tcf, something a little less. That is for the existing market. So at 400 Tcf, we have well beyond the year 2000. But is it really 400 Tcf? I cannot say. I am not professional enough to . . .

Mr. Corbett: Surely your firm has some opinion.

Mr. Didur: Well, sure I can give you an opinion, and say I think it is somewhere between what Canadian Hunter and what the other people say, and that could be in the neighbourhood of 200 Tcf today.

Mr. Corbett: Okay. Let us get into the marketing aspect of it. From reading your brief and listening to your presentation, I have come to the conclusion that your firm would like to tie the price of natural gas—the cost of natural gas—into the world market price eventually of oil, at least in terms of its Btu content. Is that so?

Mr. Didur: No.

Mr. Corbett: No. All right. Could you then correct me?

Mr. Didur: We have taken the National Energy Program and we have been working at it since October 29, trying to interpret what it means. We see what the projections of oil are and we have calculated what we think, and this is subject to some rulings on this, that natural gas will bear a price something lower than oil in the tenth year, and that might be anywhere between 75 to 80 per cent of oil, at least our preliminary numbers, and we have not had any rulings on this. We think in the tenth year that that would be a reasonable price for natural gas in relationship to oil.

Mr. Corbett: Okay, but it is true that you feel the government should get out of the subsidization business as far as oil is concerned . . .

Mr. Didur: Yes.

Mr. Corbett: . . . and any fuel?

Mr. Didur: Ultimately, yes.

Mr. Corbett: Ultimately. You have just told me now that you anticipate that ten years down the road, the price of natural gas could reasonably be expected to be in the vicinity of 75 to 80 per cent of the cost of oil. So you are tying the cost of natural gas to the price of oil.

Mr. Didur: It may appear that way. What, I guess, I am really saying is that I have been in the industry for 25 years, and we believe that in order to get into the market, to sell gas, that we need at least that price advantage of 20-25 per cent.

[*Traduction*]

M. Corbett: Ce ne sont pas des chiffres réalistes, n'est-ce pas?

M. Didur: Non. Si vous considérez la région de Canadian Hunter et de Deep Basin, on parle de 400 billions de pieds cubes de gaz. Le Canada est actuellement utilisateur d'un billion de pieds cubes et nous exportons un peu moins d'un billion de pieds cubes. Voilà pour ce qui est du marché actuel. Donc, avec 400 billions de pieds cubes, nous pourrons aller bien au-delà de l'an 2000. Mais est-ce que ce chiffre de 400 billions de pieds cubes est absolument exact, je n'en sais rien; je ne suis pas suffisamment versé dans . . .

M. Corbett: Très certainement votre société doit avoir une idée . . .

M. Didur: Oui, je peux vous dire que je pense que la vérité se trouve entre ce qu'on nous dit au Canadian Hunter et ce que les autres disent, et ce pourrait être de l'ordre de 200 billions de pieds cubes actuellement.

M. Corbett: D'accord. Passons à l'aspect commercialisation. D'après votre mémoire, et après avoir entendu votre exposé, j'en suis arrivé à la conclusion que votre société aimerait lier le prix du gaz naturel—le prix de revient du gaz naturel—le lier un jour ou l'autre au prix du marché mondial du pétrole, tout au moins en termes de B.T.U. Est-ce vrai?

M. Didur: Non.

M. Corbett: Non; d'accord. Pourriez-vous alors m'indiquer pourquoi je me trompe?

M. Didur: Depuis le 29 octobre, nous essayons d'interpréter le programme énergétique national. Nous avons examiné quelles étaient les prévisions au point de vue du pétrole et nous avons calculé ce que nous pensions être—et ceci dépendra de quelques décisions prises dans ce domaine—le prix du gaz naturel et nous en avons conclu que pour la dixième année, ce prix serait moins élevé que celui du pétrole, c'est-à-dire qu'il s'élèverait à quelque 75 ou 80 p. 100 du prix du pétrole. Ce sont là tout au moins nos prévisions préliminaires et aucune décision n'a été prise à ce sujet. Cependant, nous pensons que cette prévision est raisonnable.

M. Corbett: D'accord; est-ce que vous croyez que le gouvernement devrait arrêter de fournir des subventions dans le cas du pétrole . . .

M. Didur: Oui.

M. Corbett: . . . et de tout combustible?

M. Didur: En fin de compte, oui.

M. Corbett: En fin de compte. Vous venez de me dire que vous prévoyez que dans dix ans, le prix du gaz naturel pourrait raisonnablement s'établir aux environs de 75 à 80 p. 100 du prix du pétrole. Donc, vous reliez le prix de revient du gaz naturel au prix du pétrole.

M. Didur: Ceci paraît être vrai, mais ce que je veux véritablement faire comprendre, c'est que je travaille dans ce secteur industriel depuis 25 ans et que, pour pouvoir vendre du gaz sur le marché, il faut que son prix présente cet avantage par rapport au pétrole, à savoir être de 20 à 25 p. 100 moins cher.

[*Text*]

Mr. Corbett: What happens when the cost of oil substantially exceeds the production and distribution costs of natural gas? Then where should the pricing structure of natural gas be?

• 1050

Mr. Didur: Sorry, I do not understand.

Mr. Corbett: All right. As we know, the cost of a barrel of oil has no relationship actually to producing that barrel of oil, at least in Saudi Arabia.

Mr. Didur: That is what I understand, yes.

Mr. Corbett: All right. We know that the cost is due to market conditions.

Mr. Didur: Yes.

Mr. Corbett: Supply and demand. What I am asking you . . . We are not looking to the Saudis to get our natural gas. We are going to get that natural gas right here in our own backyard at home in Canada.

Mr. Didur: Yes, yes.

Mr. Corbett: What I am asking you is: If your company feels there should be a relationship, and you have indicated that 75 to 80 per cent probably is a fair range for natural gas to oil, what is going to be the attitude of your company as far as pricing is concerned when oil becomes astronomically high and nowhere near comparable to the cost of distribution and production of natural gas? Then what is a fair and equitable price for natural gas?

Mr. Didur: Well, it is tied to oil at the present time. I am saying to you in my experience in the industry for 25 years that we have required, in order to penetrate the market, a 20 to 25 per cent advantage. We penetrated more market when we had 35 per cent advantage in the earlier days in Manitoba. We started the, and with then companies that I have been with. I know that for the eleven years that I worked for the Gaz Métropolitan in Montreal we were not able to penetrate the market when we were at parity with oil, or ten per cent lower than the cost of oil.

I have not gone through the calculations, and I am assuming—and I know the numbers that our exploration people are talking about—that there is no more shallow gas available. They cannot produce gas at eleven, twelve cents an mcf as they were able to many, many years ago. As the market increases and as we want to extend beyond the year 2000, we are going to have to go deeper; they are going to have to go deeper. The costs are going to go up. What those costs are I do not know, but I do know they are going up. They have gone up from what they were traditionally. So the cost of natural gas will be greater. I know that I can sell it, 20-25 per cent.

[*Translation*]

M. Corbett: Mais qu'arrivera-t-il lorsque le prix de revient du pétrole dépassera de beaucoup le prix de revient de la production et de la distribution du gaz naturel? Quelle devrait être alors la structure des prix dans le cas du gaz naturel?

M. Didur: Excusez-moi, je ne comprends pas.

M. Corbett: D'accord; comme vous le savez, actuellement, le prix du baril de pétrole n'a rien à voir avec le coût de production du baril de pétrole, tout au moins en Arabie saoudite.

M. Didur: Oui, c'est ce que je crois comprendre.

M. Corbett: D'accord. Nous savons que le prix de revient est établi d'après les conditions du marché.

M. Didur: Oui.

M. Corbett: Soit d'après la loi de l'offre et de la demande. Ce que je veux dire, c'est que nous n'allons pas aller chercher notre gaz naturel en Arabie saoudite, mais ici même au Canada . . .

M. Didur: Oui.

M. Corbett: . . . et je vous pose donc la question suivante: si votre société pensait qu'il fallait établir un rapport, comme vous l'avez indiqué, de 75 à 80 p. 100 du prix du gaz naturel par rapport au prix du pétrole, quel va être le prix du pétrole qu'envisagerait votre société si le pétrole coûtait un prix astronomique, c'est-à-dire bien au-delà du prix de revient de la production et de la distribution du gaz naturel? Quel serait, d'après vous, un prix juste et équitable dans le cas du gaz naturel?

M. Didur: Je dirais que pour l'instant, le prix du gaz naturel est relié à celui du pétrole, et je vous avais dit qu'il fallait que nous obtenions cet avantage de 20 à 25 p. 100 meilleur marché pour pouvoir nous infiltrer dans le marché. Dans le temps, avec les 35 p. 100 d'avantage, nous faisions plus de progrès au Manitoba. C'est alors que nous avons démarré dans le cas des sociétés pour lesquelles j'ai travaillé. Je sais que pendant les onze ans où j'ai travaillé pour le Gaz Métropolitain, à Montréal, nous n'avons pu faire aucun progrès sur le marché du fait que les prix étaient les mêmes que ceux du pétrole ou n'étaient que de 10 p. 100 moins cher.

Je n'ai pas fait les calculs, mais je suppose que d'après ce que les spécialistes de la protection indiquent, nous ne disposons plus de gaz dans les couches peu profondes du sol. On ne peut plus produire de gaz à 11c., 12c. le millier de pieds cubes comme on le faisait, il y a bien des années. Au fur et à mesure de l'expansion du marché, et si nous voulons aller au-delà de l'an 2000, nous allons devoir creuser de plus en plus profond pour trouver de gaz et, par conséquent, le prix de revient de ce gaz va s'élever. Je ne sais pas ce que seront ces prix, mais je sais qu'ils grimperont. Il y a déjà eu augmentation par rapport à ce qui se produisait traditionnellement; par conséquent, le coût du gaz naturel sera plus élevé et, d'après mon expérience, je peux le vendre à un prix 20, 25 p. 100 moindre que le prix du pétrole.

[*Texte*]

Mr. Corbett: All right. Mr. Chairman, will you cut me off if I am getting too lengthy here in my questioning? You know what our time schedule is.

The Chairman: We just have to leave room for Mr. Portelance, Mr. Graham, and I had one or two follow-up questions. But another two or three minutes, Mr. Corbett, would not interfere at all.

Mr. Corbett: I would like to proceed with this business of pricing structure. You know, we have just experienced in Canada, we have seen the last five or six years—at least in the public perception; perhaps it is not a fair perception—but we have seen the situation developing in Canada as around the world where the multinationals have said they are not getting enough money for a gallon of gasoline because they are going to have to put more dollars into exploration, and they do not know what that is going to cost, with inflation and everything else. So they have been getting a big buck and they have been making a lot of profits. Nineteen-eighty rolls around; the government brings in a national energy policy that I may or may not agree with, that is immaterial, and as a result of that, what do we see now: the multinationals taking their basket of money and pulling out of Canada with all these great big profits.

Do you not feel that somewhere along the line of fair and equitable pricing structure for a product that we have right here at home—natural gas, a Canadian commodity—do you not feel that it is reasonable that Canadians should at least expect to be treated in a fair and equitable manner, and draw a relationship between the cost of production, the cost of distribution and a reasonable amount of money for future exploration, and not have that commodity, that energy source, tied into the cost of a product over which we have no control of the price?

• 1055

Mr. Didur: You are getting me into an area that I am probably not all that familiar with, but I will try to answer you as best I can.

The main objective of all the exploration companies is to find that oil so that we can fill the gap. We have declining production. In the process of finding oil they may find gas, and as they go farther and deeper they are finding gas, they are finding oil. Who should bear what price? The economics of that, I am not qualified to speak on.

I do know that there is no more shallow gas. There are some places where there is just gas and no oil, and there are people going after gas specifically. But there are people going after oil, and in the process of finding oil they may find gas, or find no oil and find gas. Now, what is the price of that gas? What should it be tied to? I think you have to recognize this and you have to have some relationship. What that relationship should be, I am not prepared to answer.

Mr. Corbett: Just two more questions. These are short ones.

[*Traduction*]

M. Corbett: D'accord. Monsieur le président, vous me couperez la parole si je m'attarde trop dans mes questions. Vous connaissez notre horaire.

Le président: Il nous reste simplement à laisser du temps à M. Portelance et à M. Graham, et j'ai aussi une ou deux autres questions à poser. Monsieur Corbett, vous pouvez encore parler deux ou trois minutes.

M. Corbett: Je voudrais toujours parler de cette structure des prix. Comme vous le savez, au Canada, depuis cinq ou six ans, le public, tout au moins, a l'impression, et ce n'est pas une impression juste, mais c'est une situation qui se présente au Canada et dans le monde, que les multinationales ne reçoivent pas suffisamment d'argent pour pouvoir investir dans la prospection. Les multinationales se plaignent de ne pas faire assez de profits, alors que l'inflation est galopante, etc. Par conséquent, ces multinationales obtiennent de gros profits, puis nous voici arrivés dans les années 80, et le gouvernement nous présente une nouvelle politique énergétique nationale. Que je sois d'accord ou non, telle n'est pas la question. Mais les multinationales empochent leur argent et quittent le Canada avec ces gros profits.

Est-ce que vous ne pensez pas que l'on pourrait établir au Canada une structure de prix juste et équitable pour le gaz naturel? Est-ce que vous ne pensez pas que les Canadiens devraient s'attendre à être traités de façon juste et équitable, et que le prix soit en rapport avec le coût de production, de distribution, et tienne compte d'un certain montant pour la prospection, mais que ce prix ne devrait pas être lié à un produit dont nous ne pouvons aucunement contrôler le prix de revient?

M. Didur: Vous m'amenez sur un terrain que je ne connais pas très bien, mais je vais quand même essayer de vous répondre.

L'objectif principal de toute compagnie de prospection est de trouver du pétrole de façon à combler l'écart. Comme chacun le sait, la production diminue. En cours de route, elle peut trouver du gaz comme du pétrole; plus elle creuse profondément, plus elle a des chances d'en trouver. Qui doit payer pour tout cela? Je ne me sens pas capable de répondre à cette question.

Tout ce que je sais, c'est qu'il n'y a plus de gaz de faible profondeur. Il y a des endroits où il n'y a que du gaz et pas du tout de pétrole; il y a des gens qui cherchent le gaz pour le gaz lui-même. Il y a cependant des gens qui cherchent du pétrole et qui, en cours de route, trouvent du gaz, et seulement du gaz. Quel doit être le prix de ce gaz? Quels sont les critères qui doivent s'appliquer? Je pense qu'il faut établir un lien quelconque. Quel doit être ce lien, je l'ignore.

M. Corbett: Encore deux brèves questions, si vous le permettez.

[*Text*]

The government has to look after those people in this country who just cannot afford to look after themselves—widows, pensioners, all of those people. How do you explain to those people that we are going to remove the subsidization from their heating oil? You have to keep warm in Canada; these people have to stay warm. It is a basic right, as being a Canadian, practically. How do you explain to those people that they are not going to have their fuel subsidized any longer?

Mr. Didur: Mr. Corbett, my background is gas distribution, and basically in the energy business I think the onus is on us. We accept the challenge to go out and find the energy and bring it to market, and I think we have to say to you, and prove our position, that this is the economic cost.

There are people in this position who cannot possibly cope with these costs, but I believe there are agencies who better appreciate who can and who can not, and how much. I think that should be directed to them as the experts, to decide what those people should pay, or should not pay.

Mr. Corbett: Just a comment on that. Your company has put forth the position that subsidization should be eased out over a period of time, and I think when you take that sort of position you have to recognize that there are some social ramifications that have to be faced.

Mr. Didur: And there are today; there are today. We have many customers that cannot pay their bills, but there are agencies in place that recognize that, and either between the customer and the agency, or the agency and ourselves, these are resolved. We are saying, here is the economic cost. The social cost we are not qualified to speak on.

Mr. Corbett: What is your company's total sales, everything?

Mr. Didur: Total sales?

Mr. Corbett: Annual total sales.

Mr. Coppen: $450 million.

Mr. Didur: Thank you.

Mr. Corbett: Thank you, gentlemen. I think your presentation is excellent.

Mr. Didur: I thank you.

The Chairman: Thank you, Mr. Corbett. Monsieur Portelance.

M. Portelance: Brièvement, je crois que beaucoup de mes questions ont été posées par d'autres, quand même, mais je crois que, dans votre mémoire, on lit à un moment donné que vous aimeriez avoir un prix supérieur. C'est un prix pour le méthanol, n'est-ce pas? Lorsqu'on le compare par exemple au $38 le baril qu'on permet à Syncrude, qui produit le pétrole . . . Est-ce qu'à ce prix-là votre investissement deviendrait rentable et que le méthanol pourrait être produit?

• 1100

Mr. Ashton: At the price quoted, the energy equivalent of $38 a barrel, we would be quite happy. The price scenario we would like to see advanced to producers of alternative energy

[*Translation*]

Le gouvernement doit prendre à sa charge les gens qui n'ont pas les moyens de suffire à leurs propres besoins, les veuves, les pensionnés et les autres. Comment pouvez-vous leur dire que leur mazout ne sera plus subventionné? Il faut que ces gens puissent se chauffer. C'est leur droit fondamental en tant que Canadiens. Comment pouvez-vous leur dire qu'ils ne vont plus avoir droit à des subventions pour leur mazout?

M. Didur: Monsieur Corbett, je m'occupe de la distribution du gaz et de la vente de l'énergie de façon générale. Nous devons relever le défi, c'est-à-dire trouver de l'énergie et l'acheminer vers le marché. Notre tâche consiste à vous prouver que le coût est économique.

Il y a des gens qui ne peuvent absolument pas faire face à ces coûts, mais il existe pour eux des organismes qui sont beaucoup mieux placés que nous pour en juger. En tant qu'experts, ils doivent décider ce que les gens peuvent payer.

M. Corbett: A ce sujet, votre compagnie estime que les subventions pourraient être éliminées graduellement. Tout en adoptant cette position, vous devez admettre que sont rattachées à la question toutes sortes de considérations d'ordre social.

M. Didur: Nous devons tenir compte de considérations d'ordre social à l'heure qu'il est. Nous avons plusieurs clients qui ne peuvent pas régler leurs factures; il existe pour eux des organismes qui peuvent s'occuper de leurs problèmes; les organismes eux-mêmes, ou les organismes et les gens ensemble, sont en mesure de faire quelque chose. Nous disons simplement e le coût réel est tel. Pour ce qui est du coût social, nous ne savons pas ce qu'il doit être.

M. Corbett: Quelles sont les ventes totales de votre compagnie?

M. Didur: Totales?

M. Corbett: Annuellement.

M. Coppen: Quatre cent cinquante millions de dollars.

M. Didur: Merci.

M. Corbett: Merci beaucoup, messieurs. Votre exposé était excellent.

M. Didur: Merci.

Le président: Merci, monsieur Corbett. Mr. Portelance.

Mr. Portelance: Briefly, since many of my questions have already been asked by other members. In your brief I think you say that you would like to have a higher price for something, that is methanol, is it not? Would a price of $38 a barrel, for example, that is the price allowed for the Syncrude production, be satisfactory to you and make it possible to you to produce methanol economically?

M. Ashton: Au prix cité, l'équivalent de $38 le baril, nous serions très satisfaits. Les prix que nous souhaiterions pour les producteurs de formes d'énergie de remplacement sont exacte-

[*Texte*]

sources would be exactly the same as is presented to Syncrude or other marginal synthetic fuel producers, heavy oils.

Mr. Portelance: All right. Right now we allow Syncrude to produce any quantities of oil at $38 a barrel, so what amount of methanol could you produce at that price?

Mr. Ashton: Almost infinite. At that price the economics are not in dispute at all. It becomes a matter of the availability of feedstock and that then becomes a question of the natural gas price primarily. But even at $38 a barrel, we are just about on the economic borderline of pure biomass-based methanol production as well.

Mr. Portelance: Because maybe, Well, on a daily basis we are importing maybe many thousands of barrels at $38. Do you mean that the same amount which is imported could be produced here through methanol at the same price?

Mr. Ashton: That is right.

Mr. Portelance: That is what you are saying.

Mr. Ashton: That is exactly right. And that is just the direct economics of it, too. It says nothing about a number of other benefits and values that might accrue to the country from simply producing it domestically in a secure fashion as opposed to importing it from an insecure source.

Mr. Portelance: And then that methanol could be used in cars without any major change?

Mr. Ashton: It would require some modification depending upon how you were to use it in those cars. You could almost certainly use up to about 10 per cent methanol blended in with gasoline with minimal modification to the vehicles. Minimal. You would have to take certain steps to stabilize the fuel itself so the two layers, the methanol and the gasoline, do not separate out. If the methanol were to be used neat as a fuel in its own right, then the engine would have to be modified slightly in order to take advantage of the premium properties of the methanol fuel.

Mr. Portelance: And what about the car industry? Was it approached by you people?

Mr. Ashton: Oh, yes. We have been negotiating with a number of the major automobile manufacturers over the last six or eight months. Some of them we have received a better reception from than others but, at this time, we do have confirmed from three major automobile manufacturers—one North American, one European and one Japanese—that they will provide us with vehicles which are set up to operate on pure methanol fuel. Now, certainly in some respects, these are prototype vehicles. Obviously they are not straight off production assembly lines. But the modifications that are incorporated into these vehicle are a reflection of existing technology. There is nothing fancy, nothing new about them at all.

Mr. Portelance: We know right now that what is used in Canada for transportation only is 10 billion gallons of gasoline a day, so you could cover quite a percentage of that. But you need plants to produce that methanol. When we look at Syncrude, we find that they are investing $8 billion to produce

[*Traduction*]

ment les mêmes que ceux qui sont consentis à Syncrude ou à d'autres producteurs marginaux de pétrole synthétique et d'huile lourde.

M. Portelance: Actuellement, Syncrude peut produire n'importe quelle quantité de pétrole à $38 le baril. Quelle pourrait être votre production de méthanol à ce prix?

M. Ashton: Presque illimitée. A ce prix, la rentabilité ne fait aucun doute. Tout dépend de la disponibilité de la source d'approvisionnement. Dans ce cas, cela signifie qu'il faut tenir compte surtout du prix du gaz naturel. A $38 le baril, il est cependant presque rentable pour nous de produire du méthanol à partir de la biomasse, tout simplement.

M. Portelance: Nous importons probablement tous les jours des milliers de barils de pétrole à $38 le baril. Vous voulez dire qu'au même prix, du méthanol pourrait être produit ici pour remplacer ces importations?

M. Ashton: Oui.

M. Portelance: Vous l'affirmez.

M. Ashton: Parfaitement. Et je ne tiens compte que de l'aspect rentabilité. Je ne parle pas des autres avantages dont pourrait bénéficier le pays grâce à cette production intérieure, sûre, par opposition aux importations qui, elles, ne sont pas sûres.

M. Portelance: Et ce méthanol pourrait être utilisé dans les voitures, sans grande modification?

M. Ashton: Certaines modifications seraient nécessaires, selon la façon dont vous voudriez utiliser ce méthanol dans les voitures. Vous pourriez certainement utiliser jusqu'à 10 p. 100 de méthanol avec de l'essence, sans avoir à apporter des modifications importantes aux voitures. Il s'agirait de modifications minimales. Il vous faudrait également stabiliser le carburant lui-même, de façon à ce que les deux couches, le méthanol et l'essence, ne se séparent pas. Si le méthanol pur devait être utilisé comme carburant, il vous faudrait modifier les moteurs, de façon à profiter du haut degré d'octane du méthanol.

M. Portelance: Est-ce que vous avez communiqué avec l'industrie automobile?

M. Ashton: Certainement. Nous avons négocié avec un certain nombre de producteurs automobiles importants au cours des six ou huit derniers mois. Nous avons été reçus mieux par certains que par d'autres. Nous avons quand même reçu l'assurance de trois fabricants automobiles importants, un nord-américain, un européen et un japonais, qu'ils allaient nous fournir des véhicules aptes à utiliser le méthanol comme carburant. Il s'agirait évidemment de prototypes. Ce ne sont pas des véhicules qui sortiront de la chaîne d'assemblage. Les modifications apportées à ces véhicules, cependant, refléteront la technologie existante. Ils ne comporteront pas d'innovations.

M. Portelance: Nous savons qu'actuellement, au Canada, pour le transport seulement, nous utilisons 10 milliards de gallons d'essence par jour. Vous pourriez prendre un fort pourcentage de ce volume. Il vous faut cependant des usines pour produire ce méthanol. Syncrude, par exemple, a besoin de

[*Text*]

135,000 barrels a day. What would be the cost of your plant compared to that to produce the same quantity?

Mr. Ashton: I can tell you with great precision that it would cost $110 million,—1980 dollars, to produce the equivalent in methanol of 5,500 barrels of oil. So in that case it would take 20 such plants to be equivalent to the output of a tarsands plant. And that means somewhat in excess of $2 billion—say somewhere between $2 billion and $3 billion—would be the capital requirements for the equivalent energy output of one Syncrude-size tar sands plant. Furthermore, they would be scattered across the country, not located all in the same place.

Mr. Portelance: Thank you.

The Chairman: Merci, monsieur Portelance. I would like to go back once again to the matter of the new high efficiency furnace, and maybe I did not pose my questions completely enough. If I understand you correctly, the average oil furnace right now has an efficiency of about 65 per cent, am I correct there?

• 1105

Mr. Didur: 65 to 70 per cent.

The Chairman: Okay, 65 to 70 per cent, and you say existing gas furnaces available today are about 15 per cent better than that?

Mr. Didur: No. I am saying, let us use the same efficiency for gas and oil, 65 to 75 per cent; they are both operating at the same efficiency.

The Chairman: Oh, right now.

Mr. Didur: Right now.

The Chairman: Okay, but your new high efficiency, high technology furnace, which will be ready in about two years, will improve that efficiency to how much?

Mr. Didur: No. I am saying that if you had an oil furnace and you converted that to gas with a conversion burner, with the new technology today you could improve the efficiency by 12 to 15 per cent.

The Chairman: Existing technology, exising conversion kits.

Mr. Didur: That is right.

The Chairman: You would increase oil furnace capacity by switching to gas, putting in the retrofit components, and it would reach an efficiency of what—75 to 80 per cent?

Mr. Didur: Eighty-three per cent, 80 per cent.

The Chairman: Okay, that is fine, we are at 80 per cent with the conversion kit.

Mr. Didur: Yes.

The Chairman: But the new high technology, high efficiency furnaces which will be available to the Canadian consumer in about two years will increase that to what?

Mr. Didur: There are two steps. The company is currently working, through the Canadian Gas Research Institute along

[*Translation*]

8 milliards de dollars pour produire 135,000 barils de pétrole par jour. Que coûteraient vos usines pour produire une quantité semblable de méthanol?

M. Ashton: Je puis vous dire qu'il en coûterait précisément 110 millions de dollars de 1980 pour produire l'équivalent en méthanol de 5,500 barils de pétrole. Il faudrait donc 20 usines pour produire l'équivalent du pétrole en provenance de l'usine de sables bitumineux. Au total, le montant dépasserait les 2 milliards de dollars, se situerait entre 2 milliards et 3 milliards de dollars. Ce serait les capitaux qui seraient nécessaires pour produire l'équivalent du pétrole en provenance d'une usine de sables bitumineux comme Syncrude. Ces usines pourraient être réparties un peu partout au pays; elles ne seraient pas toutes établies au même endroit.

M. Portelance: Merci.

Le président: Thank you, Mr. Portelance. Je voudrais revenir à cette question des chaudières à haut taux d'efficacité. J'ai peut-être oublié certains détails. Si je vous ai bien compris, la chaudière au mazout typique, actuellement, a un taux d'efficacité de 65 p. 100. C'est bien cela?

M. Didur: De 65 à 70 p. 100.

Le président: Bon, de 65 à 70 p. 100. Et vous prétendez que les chaudières au gaz existantes ont un taux d'efficacité de 15 p. 100 meilleur à peu près?

M. Didur: Non, je dirais que leur taux d'efficacité, dans un cas comme dans l'autre, se situe entre 65 et 75 p. 100. Elles ont le même taux d'efficacité.

Le président: Maintenant.

M. Didur: En effet.

Le président: Votre chaudière a haut taux d'efficacité, qui devrait être prête dans deux ans environ, améliorerait ce taux de combien?

M. Didur: Je dis simplement qu'une chaudière au mazout qui serait convertie au gaz actuellement, avec les nouveaux moyens techniques disponibles, verrait son taux d'efficacité amélioré de 12 à 15 p. 100.

Le président: En utilisant les moyens de conversion actuels.

M. Didur: En effet.

Le président: Vous feriez la conversion du mazout au gaz en introduisant les éléments de conversion nécessaires. Vous pourriez atteindre, à ce moment-là, un taux d'efficacité de 75 à 80 p. 100?

M. Didur: De 83, 80 p. 100.

Le président: Très bien. Nous en sommes à 80 p. 100 avec la conversion.

M. Didur: Oui.

Le président: Les nouvelles chaudières à haut taux d'efficacité qui seront disponibles dans deux ans amélioreront le taux d'efficacité de combien, elles?

M. Didur: Il y a deux étapes en cours. La compagnie travaille actuellement avec deux autres compagnies, par l'en-

[*Texte*]

with two other companies, on a unit which will be field tested in the 1981-1982 heating season, and as far as the lab is concerned, the efficiency will be in the 90 to 95 per cent range.

The Chairman: Okay.

Mr. Didur: This is a whole new design unit. Our company is working on a prototype that will be field tested in 1982-1983, and our lab indications are that we can get efficiency up to 98 per cent.

The Chairman: Ninety-eight per cent?

Mr. Didur: Yes.

The Chairman: That would almost be a miracle, would it not, to reach 98 per cent efficiency?

Mr. Didur: We are working hard at it, Mr. Chairman.

The Chairman: In other words, what is difficult to do today, what is impossible, you are going to do tomorrow.

Mr. Didur: Generally speaking, that is correct, Mr. Chairman.

The Chairman: I guess I have got it right now. But that will not be ready in two years then, from what you have just said.

Mr. Didur: There are steps; there is retrofit that you can put in now to take advantage . . .

The Chairman: I am okay on the retrofit, but it is your high efficiency new furnace technology which, in your brief, you said would be ready within two years. But it sounds to me that the field testing will take place in 1982 or 1983 which means that it will not be available until maybe 1984 or 1985.

Mr. Didur: Well, there are two steps. We are saying that there are some that will go into field testing this coming winter. The winter . . . I am sorry, 1980-1981; the winter of 1980-1981 it will be field tested and it will be available for market for the heating season of 1981-1982.

The Chairman: Available.

Mr. Didur: And that will give you up to 90-95 per cent efficiency. Then we have another step that will take us up to this 98 per cent efficiency, and that will be the following year.

The Chairman: Okay, I think I will wait until you hit 98 per cent.

On page 4, the second paragraph, you say:

> The question of subsidization of alternative fuel development is another issue on which we comment . . . It is our view that subsidization has its place in alternative energy development in the support of new technologies that have a reasonable likelihood of viability on an unsubsidized price basis in the long term. However, we feel strongly that price subsidization should not be part of the economics of any altnernative energy source.

[*Traduction*]

tremise du Canadian gas Research Institute, à une installation qui fera l'objet d'essais pratiques au cours de la saison de chauffage 1981-1982. Le laboratoire lui-même estime que le taux d'efficacité pourra atteindre les 90 à 95 p. 100.

Le président: Je comprends.

M. Didur: Ce dont vous voulez parler, c'est d'une installation de conception tout à fait nouvelle. Notre compagnie travaille à un prototype qui sera essayé sur le terrain en 1982-1983. Nos laboratoires semblent penser que le taux d'efficacité pourrait atteindre 98 p. 100 dans ce cas.

Le président: Quatre-vingt-dix-huit pour cent?

M. Didur: Oui.

Le président: Ce sera presque un miracle, n'est-ce pas?

M. Didur: Nous y travaillons, monsieur le président.

Le président: En d'autres termes, ce qui semble impossible aujourd'hui, vous allez le réaliser demain.

M. Didur: C'est à peu près cela, monsieur le président.

Le président: Je comprends ce que vous voulez dire, maintenant. Cette nouvelle installation ne sera cependant pas prête dans deux ans.

M. Didur: Il y a deux choses: la conversion que vous pouvez faire maintenant pour profiter . . .

Le président: Je comprends bien cette étape-là, mais c'est votre nouvelle chaudière à haut taux d'efficacité qui m'intéresse. Vous avez dit qu'elle pourrait être prête dans deux ans. Or, si vous ne procédez aux essais sur le terrain qu'en 1982, ou en 1983, je suppose qu'elle ne pourra pas être prête avant 1984 ou 1985.

M. Didur: Il y aura deux étapes. Nous procéderons à certains essais sur le terrain dès cet hiver, l'hiver en 1980-1981. Après ces essais, la chaudière pourra être disponible sur le marché pour la saison de chauffage 1981-1982.

Le président: Elle sera disponible.

M. Didur: Et cette chaudière vous donnera un taux d'efficacité de 90 à 95 p. 100. L'étape suivante nous amènera à un taux d'efficacité de 98 p. 100. Cette étape surviendra l'année suivante.

Le président: J'attendrai que vous atteigniez un taux d'efficacité de 98 p. 100.

A la page 4 de votre mémoire, au deuxième paragraphe, vous dites ceci:

> La question des subventions à la mise en valeur des combustibles de remplacement nous amène à faire ces observations . . . Nous estimons que les subventions sont justifiées dans le cas de la mise en valeur de formes d'énergie de remplacement utilisant de nouveaux moyens techniques dont on peut raisonnablement s'attendre qu'ils puissent être rentables par eux-mêmes, sans subventions, à longue échéance. Nous insistons cependant sur le fait que les prix subventionnés, comme tels, ne doivent pas être une condition de la rentabilité de n'importe quelle forme d'énergie de remplacement.

[*Text*]

• 1110

Now on one hand you say, yes; on the other hand, you say, no. Do you mean that maybe in the short term only you need subsidies in the alternative fuel development and after five to ten years they should stand on their own merits, ready to compete with any fuel available?

Mr. Coppen: Mr. Chairman, probably we have not been very clear in wording it. What we are suggesting is that the subsidization should be subsidization to develop the technology, which may or may not be by capital grants or technology development grants, to the point that the technology is commercially ready, but that subsidization should not be given, nor should any subsidization be given, to a fuel which, once the technology is in place, cannot be put into the marketplace without its price being subsidized. So, if it is an upfront subsidization, we are saying, that is all right, because that is technology development. It is similar to what Mr. MacBain was asking my colleague about methanol. What would you need to develop that on a biomass basis? That is technology development. What we are saying is that once you have the fuel and once you have the technology, we should not be subsidizing price.

The Chairman: This is where the committee is going to have some problems because we have also had people tell us here in the committee that alternative fuel should get the same tax break, the same subsidies and the same government incentives as our multinational oil corporations are getting in the conventional energy field. What would your comment be on that?

Mr. Coppen: I think that is why we are recommending that, to get away from the situation in which you have to subsidize the alternatives, you progressively remove the subsidization from the conventional source, because you lock yourselves in to subsidization of alternatives for as long as you are subsidizing the present fuel.

The Chairman: So they should both be phased out over 5, 10 or 15 years.

Mr. Coppen: Precisely.

The Chairman: All right. I have one more comment and I do not want to hold you up. Mr. MacBain, I think, and he had to leave for another committee starting at 11.00 a.m., made a very important point. To the knowledge of this committee there does not exist anywhere in the world a methanol fuel plant, from forest biomass. I am not counting sugar cane in Brazil as forest biomass; that is ethanol, not methanol. Why cannot a company like yours and other companies do that? I think Mr. MacBain made the point, that Canada could become a world leader in this, but there does not seem to be anybody we have met yet to take that step; in other words, and I am only speaking for myself on this particular point, I do not think we have the resources to go after every renewable source of energy on a very large scale. There is no use duplicating the hundreds and hundreds of millions of dollars that are being

[*Translation*]

D'une part, vous êtes pour, d'autre part, vous êtes contre. Vous voulez dire que c'est à court terme seulement que des subventions peuvent être accordées pour la mise en valeur de sources d'énergie de remplacement et qu'après cinq ou dix ans, elles doivent être rentables par elles-mêmes et être en mesure de faire concurrence à n'importe quelle autre source d'énergie?

M. Coppen: Nous n'avons probablement pas été très clairs dans ce paragraphe de notre mémoire, monsieur le président. Nous avons voulu dire que les subventions devraient servir à la mise au point de nouveaux moyens techniques; elles pourraient prendre la forme de subventions pour les dépenses d'immobilisations ou de subventions au développement technologique, jusqu'à ce que les opérations puissent être rentables, mais elles ne seraient pas accordées aux sources d'énergie qui, à ce point, ne pourraient pas faire concurrence toutes seules aux autres sources d'énergie sur le marché. Nous disons donc que les subventions d'établissement, que les subventions au développement technologique sont justifiées. Cela rejoint la question que posait M. MacBain à mon collègue au sujet du méthanol. De combien auriez-vous besoin pour mettre au point un système qui utilise la biomasse? Il s'agirait des fonds nécessaires au développement de la technologie. Nous sommes simplement d'avis qu'une fois le combustible obtenu, une fois la nouvelle technologie au point, rien ne devrait plus être subventionné.

Le président: Le Comité va avoir quelques difficultés à ce sujet, parce qu'il a entendu des témoins qui lui ont dit que les sources d'énergie de remplacement devraient avoir droit aux mêmes avantages fiscaux, aux mêmes subventions et aux mêmes stimulants gouvernementaux que les sociétés pétrolières mutlinationales dans le domaine de l'énergie ordinaire. Qu'en pensez-vous?

M. Coppen: C'est la raison pour laquelle nous disons que pour mettre fin à l'aide accordée aux sources d'énergie de remplacement, il faut commencer par enlever petit à petit les subventions aux sources d'énergie classiques; vous êtes forcés d'aider les sources de remplaccement tant et aussi longtemps que vous aidez les sources classiques.

Le président: Donc, dans un cas comme dans l'autre, les subventions seraient éliminées sur 5, 10 ou 15 ans.

M. Coppen: Précisément.

Le président: Très bien. J'ai encore une observation à faire. Je ne veux pas vous retenir trop longtemps. C'est M. MacBain, je pense,—il a dû aller à un autre comité qui siégeait à 11 heures,—qui a soulevé un point très important. A la connaissance du Comité, il n'existe nulle part dans le monde d'usine de fabrication de méthanol qui utilise la biomasse forestière. Je n'inclus pas la canne à sucre du Brésil dans la biomasse forestière; elle est utilisée pour fabriquer de l'éthanol et non pas du méthanol. Pourquoi une compagnie comme la vôtre, ou une compagnie quelconque, ne s'y intéresse-t-elle pas? M. MacBain a dit que le Canada pourrait battre la marche dans ce domaine. Parmi tous ceux que nous avons rencontrés, cependant, personne ne semble être prêt à franchir cette étape. En d'autres termes, et ici je vous donne mon opinion personnelle, je ne crois pas que nous ayons les moyens de faire des

[*Texte*]

spent elsewhere on these solar furnaces and solar towers that we have seen in France and the United States, for instance, but why can we not go after something like biomass and really become somebody in that field? We have the feedstock here in abundance in Canada, from all reports that I have been able to read and what has been told to us in this committee and elsewhere; yet you are starting off with only 20 per cent of your feedstock coming from forest biomass and 80 per cent coming from natural gas. I am not clear what you answered Mr. MacBain. Do you intend to gradually reverse that percentage over the years until you come to 100 per cent forest biomass?

Mr. Ashton: Yes, that is essentially the view of the future. As I stated, the reason why we picked this particular combination at this time is that it reduces the over-all risk on the plant. There is indeed a marginally greater risk associated with the production of synthesis gas from the biomass than there is obviously from simply using natural gas. Another reason for that particular combination of 80-20 is that in fact that joint feedstock combination is the least-cost way of producing methanol regardless. Given current natural gas prices in Canada, it is even cheaper than producing methanol from natural gas alone and that is an important point, I believe. There is a particular ratio of carbon to hydrogen which is required in the synthesis of methanol, and that ratio is achieved if you blend the natural gas feedstock with gasified biomass-synthesis gas from gasified biomass—in those particular ratios. So we are getting the best of all possible worlds, as well as moving ahead to providing an opportunity for the advancement of biomass gasification.

• 1115

The Chairman: I think in answer to Mr. MacBain you said you were going to make a further submission in this field to our clerk.

Mr. Ashton: Yes, we will.

The Chairman: We need some hard facts. Mr. MacBain, again, made a very good point to one of the witnesses. We often get: the government should do this or the committee should recommend this. But we need some facts in there. We need suggestions based on the experiences of people like yourselves.

Mr. Ashton: We will build this plant now, given an appropriate policy climate; and that plant does include the gasification of biomass. The engineers on the plant, as I stated, stand behind that component just the same as the natural gas. So that technology is available here and now. It is the marketing end which is the problem, not the production end.

The Chairman: All right, I will pass now to John Graham, who is our project manager this morning.

Mr. Graham: Thank you, Mr. Chairman.

[*Traduction*]

expériences sur une grande échelle avec n'importe quelle source d'énergie renouvelable. Nous ne pouvons pas dépasser, en contrepartie, les centaines et centaines de millions de dollars consacrés aux chaudières solaires et aux tours solaires, comme celles que nous avons vue en France et aux États-Unis, par exemple. Pourquoi, dans ce cas, ne nous orientons-nous pas vers quelque chose comme la biomasse? Nous avons d'abondantes sources d'approvisionnement au pays, selon les renseignements que nous avons pu obtenir à ce Comité et ailleurs. Malgré tout, votre projet ne fait appel qu'à 20 p. 100 de la biomasse forestière, contre 80 p. 100 de gaz naturel. Je n'ai pas très bien compris la réponse que vous avez donnée à M. MacBain. Avez-vous l'intention d'inverser progressivement ce pourcentage, et même d'en venir à utiliser 100 p. 100 de la biomasse forestière comme source d'approvisionnement?

M. Ashton: C'est essentiellement ce qui est prévu à l'avenir. Comme je l'ai déjà indiqué, la raison pour laquelle nous avons choisi cete répartition est que pour le moment, elle réduit les risques du projet. Il y a quand même un risque plus grand avec la production de gaz synthétique à partir de la biomasse qu'avec l'utilisation forestière du gaz naturel. Il y a une autre raison. Cette répartition 80 contre 20 p. 100, pour ce qui est de la source d'approvisionnement, est celle qui est la moins coûteuse pour la production du méthanol, de toute façon. Les prix du gaz naturel était ce qu'ils sont au Canada, il est plus économique de l'utiliser, même seul, pour la production du méthanol. C'est un point important. Pour réaliser la synthèse du méthanol, il faut réaliser un certain équilibre entre le carbone et l'hydrogène; on peut atteindre cet équilibre en mélangeant le gaz naturel avec le gaz de synthèse tiré de la biomasse gazéifiée. Ainsi, nous avons la meilleure situation possible, et nous créons la possibilité de faire avancer les connaissances dans le domaine de la gazéification de la biomasse.

Le président: En réponse à M. MacBain, je crois, vous avez dit avoir l'intention d'envoyer d'autres données dans ce domaine à notre greffier.

M. Ashton: C'est juste.

Le président: Nous avons besoin de données concrètes. M. MacBain a fait une observation très judicieuse à l'un des témoins. Très souvent, on nous dit que le gouvernement devrait faire ceci ou que le Comité devrait recommander cela. Toutefois, nous avons besoin de données concrètes à ce sujet. Nous avons besoin de propositions fondées sur l'expérience de gens comme vous.

M. Ashton: Si les politiques adoptées créent le climat nécessaire, nous construirons cette usine maintenant; nous y effectuerons également la gazéification de la biomasse. Comme je le disais, les ingénieurs de cette usine ont autant confiance en cette composante que dans le gaz naturel. La technologie existe ici et maintenant. Nous avons des problèmes à l'étape de la commercialisation, et non à l'étape de la production.

Le président: D'accord; je cède maintenant la parole à John Graham, qui est notre directeur de projet pour cet avant-midi.

M. Graham: Merci, monsieur le président.

[*Text*]

Could I ask why you have decided methanol should be the alcohol for the future, as opposed to ethanol, considering the fact that it is perhaps more corrosive, has a lower BTU content, et cetera?

Mr. Ashton: The primary reason would be the economics of production—the economics of the whole system: production, utilization. We do not believe at this time, without some substantial breakthroughs in the production of ethanol, that particular alcohol is economically viable. We do not believe it to be the case right now. Certainly some actors are moving ahead into that business, but primarily—I would probably say solely—because of provincial tax waivers, which make the opportunity commercially viable to them. In the case of methanol, we are convinced it is viable without any kind of tax breaks.

Let me back off that for a moment . . .

The Chairman: Sorry. The meeting is adjourned.

Mr. Ashton: We would expect to receive just the same fuel tax waiver on a pure alcohol fuel in Ontario that ethanol does. Ethanol, methanol; it makes no difference. The over-all economics of producing methanol are distinctly more attractive than those of production of ethanol.

Mr. Graham: Are you aware of the experiments and actual pilot plants which have been built in Brazil using mild acid hydrolysis of wood and producing ethanol from the cellulosic feedstocks?

Mr. Ashton: We are aware of them from the literature, but it is not an area we would claim to be experts in at all. I would not want to comment on the ethanol side.

Mr. Graham: What do you see as the main use for your methanol? What will it be used for, primarily?

Mr. Ashton: Exclusively in the transportation sector, and primarily in straight or neat uses rather than blending uses.

Mr. Graham: Do you feel within a reasonably short period of time the automotive industry can provide engines to you which can use ethanol? From my reading, the impression I have is that methanol engines are a little further down the road than ethanol. We have ethanol engines now. But there seem to be some definite problems with methanol, and even with mixtures of methanol and gasoline.

Mr. Ashton: There are some problems, certainly, relating to durability and the corrosive aspects of methanol in automobile engines. But again, before methanol can be on-stream in large volumes as a transportation fuel, we are looking at a lead time in our facilities here of two to three years, anyway. We have the response of the automobile manufacturers which will provide these cars for us right now.

I can go into more detail on one of those. Ford, for example, is providing us with Ford Escorts the engine of which will have been modified for operation on pure methanol. At this moment, they have a Ford Escort in Detroit that they are taking apart and reassembling in this fashion—modifying it

[*Translation*]

Dites-moi pourquoi vous avez décidé que le méthanol devrait être l'alcool de l'avenir, par opposition à l'éthanol, à la lumière du fait que le méthanol est peut-être plus corrosif, produit moins de B.T.U., etc.?

M. Ashton: C'est essentiellement en raison des aspects économiques de ce système: la production et l'utilisation. A moins qu'on fasse des découvertes importantes dans le domaine de la production de l'éthanol, nous ne croyons pas que cet alcool soit économiquement rentable. Ce n'est certes pas le cas à l'heure actuelle. Évidemment, il y a certains intervenants qui se lancent dans cette production, mais cela est essentiellement, sinon uniquement, dû au fait que la structure fiscale provinciale rend cette entreprise commercialement rentable. Pour ce qui est du méthanol, nous sommes convaincus que sa production serait rentable sans mesure d'incitation fiscale.

Permettez-moi de revenir là-dessus un instant . . .

Le président: Désolé. La séance est levée.

M. Ashton: Nous voudrions qu'on accorde en Ontario la même exemption fiscale pour les combustibles à l'alcool pur que pour l'éthanol. Qu'on parle d'éthanol ou de méthanol, il n'y a pas de différence. Les aspects économiques d'ensemble pour la production du méthanol sont beaucoup plus intéressants que pour la production de l'éthanol.

M. Graham: Êtes-vous au courant des expériences effectuées au Brésil et des usines témoins qui ont été construites dans ce pays où l'on pratique l'hydrolyse du bois à partir d'acide léger pour produire de l'éthanol en utilisant de la cellulose?

M. Ashton: Nous sommes au courant par nos lectures, mais nous ne prétendons pas être des experts dans ce domaine. Je ne voudrais pas trop parler de l'éthanol.

M. Graham: Quelle sera la principale utilisation de votre méthanol?

M. Ashton: Le méthanol sera utilisé exclusivement dans le secteur des transports, et principalement à l'état pur plutôt que comme élément d'un mélange.

M. Graham: Croyez-vous que dans un délai raisonnable, l'industrie de l'automobile pourrait vous fournir des moteurs permettant d'utiliser l'éthanol? D'après ce que j'ai lu, j'ai eu l'impression qu'il faudrait un peu plus de temps pour mettre au point des moteurs au méthanol que des moteurs fonctionnant à l'éthanol. Il existe déjà des moteurs à l'éthanol. Cependant, on semble avoir de graves problèmes avec le méthanol, et même avec des mélanges de méthanol et d'essence.

M. Ashton: Il y a sûrement des problèmes, surtout pour ce qui est de la durabilité des pièces et des effet corrosifs du méthanol sur les moteurs d'auto. Mais, de toute façon avant que le méthanol puisse être utilisé en grande quantité comme carburant, il faut compter au moins 2 ou 3 ans pour la construction de nos installations. Nous connaissons déjà la réaction des fabricants d'automobiles, qui sont disposés à nous fournir dès maintenant les autos nécessaires.

Je pourrais vous donner plus de détails à ce sujet. Par exemple, la société Ford nous fournit des automobiles Ford Escorts, dont le moteur aura été modifié pour utiliser du méthanol pur. A l'heure actuelle, on travaille, à Detroit, à une Ford Escort; on la démantèle pour la remonter en la modifiant,

[*Texte*]

for pure methanol, changing pistons, and there are various other things they are doing to it. The modifications they are making also are designed to take care of the long term durability problems. So if they can do that on a prototype basis now, I would be willing to bet that if the market were there they could do it on a production, normal, large-volume, assembly-line basis, too. There simply is not a major problem there any more. They know the answers, it is a matter of just changing the components.

• 1120

Mr. Graham: So they are doing this as basic research, but not in conjunction with your activities?

Mr. Ashton: We have agreed with them that we will take some of these cars set up that way; so will others. You may be aware of the activities going on in California on exactly the same thing. I think they are taking 50 of them—we can only afford 5.

Mr. Graham: Do you have any connection with CNG Company?

Mr. Ashton: None.

Mr. Graham: I take it, then, that you think methanol and propane are both better alternatives as transportation fuels than compressed natural gas?

Mr. Ashton: I would say that compressed natural gas has its place also. Our understanding of compressed natural gas, and we have looked at it a bit, is that indeed some fleets in some applications will find it attractive. They have to be fairly specialized kinds of fleets: you have very serious limitations on range with compressed natural gas; you have serious limitations with respect to safety, in the hazardous nature of the material under such high pressure—which may be overexaggerated, perhaps; you also have problems in terms of the infrastructure with compressed natural gas, it simply does not exist at all, and the service filling stations and those procedures. In certain applications, in certain fleets that could operate from a central servicing point, that do not have to have a very large range and yet at the same time put on enough miles to be able to amortize the costs of modifying the vehicle for CNG, it makes eminent good sense.

Mr. Graham: In view of the fact that propane resources are limited and that they may become more limited in the future, since we seem to be developing drier gas fields, do you think it is wise to get into propane transportation fuels when that resource may dwindle in the future?

Mr. Coppen: I think so, because primarily we are looking at propane as a fuel source that will be limited to commercial fleet operation. The reason for that simply is that it may not be, in any length of time, economic to develop a propane distribution system that matches the gasoline distribution system for private automobile use. So our view of propane at this time is that there is a substantial place for it in the market as it relates to commercial vehicle use, and that goes all the way up to vehicles of 25,000 to 30,000 gross weight. Above

[*Traduction*]

pour qu'elle puisse utiliser du méthanol pur; on change des pistons et diverses autres pièces, ces modifications tenant également compte des problèmes de durabilité. S'ils sont capables de construire un prototype maintenant, je suis bien prêt à parier que si le marché existait, ils pourraient construire ces véhicules en série. Il n'y a plus de problème majeur. Les solutions sont connues, il s'agit simplement de changer certaines pièces.

M. Graham: Alors, il s'agit pour l'instant de recherches fondamentales n'ayant rien à voir avec vos activités?

M. Ashton: Nous avons convenu d'accepter certains de ces véhicules modifiés; d'autres sociétés le feront également. Vous êtes peut-être au courant des activités en cours en Californie, dans le même domaine. Je crois qu'ils font des expériences sur 50 véhicules; . . . nous ne pouvons nous en permettre que cinq.

M. Graham: Avez-vous un lien quelconque avec la société CNG?

M. Ashton: Aucun.

M. Graham: Si j'ai bien compris, vous croyez que le méthanol et le propane seront plus efficaces que le gaz naturel comprimé comme carburant de remplacement

M. Ashton: Je crois que le gaz naturel comprimé a également son rôle à jouer. Nous avons étudié un peu la question du gaz naturel comprimé, et nous sommes d'avis que son usage pourrait être intéressant pour certains parcs de véhicules. Il faudrait que ces parcs soient assez spécialisés; le gaz naturel comprimé impose de sérieuses limites quant au rayon d'action; il y a également des problèmes de sécurité, en raison du danger que représente un gaz comprimé à ce point. Toutefois, ces dangers sont peut-être exagérés. Il y a a également des problèmes d'infrastructure, puisqu'il n'existe aucun réseau de distribution. Certains parcs de véhicules pourraient s'approvisionner en un point central et leur rayon d'action pourrait ne pas être trop étendu. Ils pourraient quand même couvrir une distance suffisante pour permettre d'amortir les coûts de transformation de ces véhicules au gaz naturel comprimé. Ce serait une utilisation sensée.

M. Graham: Puisque le propane existe en quantité limitée, qui pourrait être encore plus restreinte à l'avenir, puisque les nouveaux gisements gazifères découverts semblent être moins humides, croyez-vous qu'il soit sage de se lancer dans la production de carburant propane pour les transports, alors que cette ressource pourrait être beaucoup moins abondante à l'avenir?

M. Coppen: Je crois que cela serait sage, puisque, essentiellement, le propane, comme carburant, serait utilisé uniquement par les parcs de véhicules à vocation commerciale. Cela s'explique simplement par le fait qu'il ne serait pas rentable de mettre au point un système de distribution du propane équivalent au système de distribution existant pour l'essence utilisée dans les véhicules automobiles privés. A l'heure actuelle, nous croyons que le propane peut jouer un rôle important pour l'approvisionnement des véhicules commerciaux, et nous com-

[*Text*]

that, propane is not really an economic fuel, anywhere below that, it certainly is. So we are looking more at things from half-ton pickups all the way through vans and local delivery vehicles of all types as propane vehicles. But we are limited, we feel, at this stage certainly by the need to keep it within commercial fleet operations.

Mr. Graham: But you are looking towards methanol as supplying the whole transportation sector, is that correct?

Mr. Coppen: Yes. Methanol would be that much easier, from a distribution and handling point of view, being a liquid rather than being in a gas form.

Mr. Ashton: It is also that much less expensive to make the vehicle modification, which means that you can enter the market where you do not have to have the same volume of miles, and you can get away from the commercial limitation.

Mr. Graham: I see. Thank you very much.

The Chairman: Thank you.

Just one final question. InterGroup Consulting Economists Ltd., I believe, were the authors of a report made for Environment Canada a few years ago on the possibilities of the manufacture of methanol from forest biomass. Mr. Ashton, were you associated with this company at that time?

• 1125

Mr. Ashton: No, I was not. At that time, as a matter of fact, that report was prepared from my office in Environment Canada.

The Chairman: You were with Environment Canada?

Mr. Ashton: That is right.

The Chairman: I see. What I would like to know is whether there have been further studies since this one by InterGroup in that field, and would you make any new findings you have available to this committee, even if it is on a confidential basis?

Mr. Ashton: Yes, we will make anything we have available to this committee on a confidential basis.

The Chairman: Or in any other field—I mention methanol because I noticed the name of your company, InterGroup Consulting Economists Ltd., and I read that report a number of years ago. I was just wondering: would you, perhaps, after this meeting be able to spend a few minutes with Mr. Graham and Mr. Normand, our Clerk, so that this could be set up? It would help the committee very much.

Mr. Ashton: Yes, I would be happy to.

The Chairman: Okay. Therefore, I would like to thank you three gentlemen for the excellent presentation and your openness in answering questions. Except for one, I think from Mr. Corbett, you were able to answer all of them.

Thank you, very much. This meeting is adjourned.

[*Translation*]

prenons même des véhicules dont le poids brut atteint 25,000 à 30,000 livres. Pour des véhicules plus lourds, le propane n'est pas vraiment un carburant économique. Pour les véhicules plus légers, il l'est certainement. Il pourrait donc être utilisé dans les camionnettes d'une demi-tonne, par les camions et les véhicules de livraison locale de tous les genres. A l'heure actuelle, nous croyons être limités par ce besoin de nous en tenir uniquement aux parcs de véhicules commerciaux.

M. Graham: Vous prévoyez que le méthanol pourrait être utilisé dans tous les secteurs des transports, n'est-ce pas?

M. Coppen: Oui. La manutention et la distribution du méthanol seraient beaucoup plus faciles, puisqu'il s'agit d'un liquide plutôt que d'un gaz.

M. Ashton: Les modifications aux véhicules sont également beaucoup moins coûteuses, ce qui signifie que le seuil de rentabilité est plus vite atteint, et on peut se débarrasser de cette servitude commerciale.

M. Graham: Je vois. Merci beaucoup.

Le président: Merci.

Une dernière question. Sauf erreur, il y a quelques années, *Intergroup Consulting Economists Ltd.* a préparé pour le compte d'Environnement Canada un rapport sur les possibilités de fabrication de méthanol à partir de la biomasse forestière. Monsieur Ashton, étiez-vous associé de cette compagnie à cette époque?

M. Ashton: Non, je n'étais pas associé à ce groupe. De fait, à cette époque, ce rapport a été préparé à mon bureau, à Environnement Canada.

Le président: Vous travailliez pour Environnement Canada?

M. Ashton: C'est juste.

Le président: Je vois. Je voudrais savoir si InterGroup a fait d'autres études dans ce domaine depuis lors. Pourriez-vous communiquer toutes vos conclusions au Comité, même si elles sont confidentielles?

M. Ashton: Oui, nous communiquerons tous les renseignements voulus au Comité, de manière confidentielle.

Le président: Avez-vous fait d'autres recherches dans d'autres domaines? Je parle du méthanol parce que j'ai remarqué le nom de votre société, InterGroup Consulting Economists Ltd.; j'ai lu ce rapport il y a quelques années. Après la réunion, pourriez-vous passer quelques minutes avec M. Graham et M. Normand, notre greffier, afin que vous puissiez nous communiquer ces renseignements? Cela serait très utile au Comité.

M. Ashton: Oui, je serai heureux de le faire.

Le président: D'accord. Alors, messieurs, je désire vous remercier tous les trois pour votre excellent exposé et pour la franchise de vos réponses. Sauf pour une question, celle de M. Corbett, je crois, vous avez pu répondre à toutes nos questions.

Merci beaucoup. La séance est levée.

[*Texte*]

AFTERNOON SITTING

• 1538

The Chairman: I call this meeting to order.

We are very pleased, this afternoon, to have as our first witness, Professor David Scott, of the University of Toronto, who is to speak to us on hydrogen. Professor Scott: we are very happy that you were able to reply to our invitation and we did not give you too much notice; so it is doubly appreciated. We are looking forward to your testimony following this article that received nationwide distribution a few weeks ago. I understand you have a short presentation to make, following which you will be free to answer questions from members of the committee and our professional research staff. The floor is yours, sir.

• 1540

Professor David S. Scott (University of Toronto): Thank you very much for inviting me. It certainly is an honour and I guess, if I am invited because of the article, I am doubly pleased because—you people will know more than most—one feels that one has to correct articles as soon as they come out in the press, although in many ways that was a very good one. I am going to try to be relatively brief but I think I still may take, if it is all right with you, sir, approaching half an hour to try to explain this.

The Chairman: I think that is fine on a subject such as this. If you are asking that question of me, who is not a scientist, I would appreciate you taking all the time you need to explain it.

Professor Scott: I will try to use the time effectively. I would like to do the following. I am going to talk in over-all themes, that is: not technical details. I will talk a little about technical classifications in trying to say what is yet to be done and what is in position et cetera, but, basically, it will be themes and certainly not details. I must say, quite honestly, that I do not think it makes it easier, because when you are talking themes, you are talking concepts and that means a little bit abstractly. In part, there is another thing with that, and that is that I am very careful with the use of words and perhaps I can start on giving an illustration of why.

I think everyone in this room knows, but I say it again, that is, we do not have an energy crisis; we have an oil crisis. But that is a very subtle difference, there, but it is a very real difference and it is very real as far as the public is concerned. And I say that because of the following. If the public thinks of it as an energy crisis, then, somehow, it becomes socially responsible to use less of all types of energy and so you can see things happening, for example, as happened in Ontario, very close to me, where Ontario Hydro takes it as being something very proud to turn down the lights and that sort of thing. And you well know by energy balances that that, in fact, probably means that you are using more oil. But I think the point is there and I think it is very very important that the public understand what the real crises are and, in that case, being an oil crisis rather than a general energy crisis.

[*Traduction*]

SÉANCE DE L'APRÈS-MIDI

Le président: A l'ordre, s'il vous plaît.

Cet après-midi, nous sommes très heureux de recevoir le premier témoin, le professeur David Scott, de l'Université de Toronto; il nous parlera de l'hydrogène. Monsieur Scott, nous sommes très heureux que vous ayez pu répondre à notre invitation, car nous ne vous avons pas prévenu très longtemps d'avance; nous vous sommes donc doublement reconnaissants. Nous attendons votre témoignage avec impatience, à la suite de cet article, qui a paru dans tout le Canada, il y a quelques semaines. Je crois que vous voulez faire un bref exposé, après quoi nous vous inviterons à répondre aux questions des membres du Comité et de notre personnel de recherche. Vous avez la parole, monsieur.

M. David S. Scott (Université de Toronto): Merci beaucoup de m'avoir invité. C'est pour moi un grand honneur, et si je suis invité à cause de mon article, cela me fait doublement plaisir. Vous en savez probablement plus long que la plupart des gens. On a souvent l'impression qu'il faut corriger les articles sitôt qu'ils sont diffusés par la presse; quoique de bien des façons, cet article était très bon. Je vais tenter d'être relativement bref, mais si vous êtes d'accord, monsieur, je crois que je vais quand même prendre environ une demi-heure pour vous donner toutes les explications.

Le président: Je crois que c'est très bien pour un sujet comme celui-ci. Si vous voulez mon opinion, moi qui ne suis pas un scientifique, je serais très heureux que vous preniez tout le temps dont vous avez besoin.

M. Scott: Je vais essayer d'utiliser le temps efficacement. Voici comment je procéderai: Je vais d'abord parler de thèmes généraux, sans entrer dans les détails techniques. Puis j'aborderai un peu les classifications techniques en essayant de déterminer ce qui reste à faire, ce qui existe actuellement, etc. Toutefois, je m'en tiendrai essentiellement aux grandes lignes, et non aux détails. En toute franchise, j'avoue qu'à mon avis ce ne sera pas plus simple, puisque aborder les grandes lignes, c'est parler de concepts, ce qui rend la conversation un peu abstraite. Également, je suis très prudent dans mon utilisation des mots, et je pourrais peut-être vous expliquer pourquoi.

Je le répète, je crois que tout le monde dans cette pièce sait que nous n'avons pas une crise de l'énergie; nous avons une crise du pétrole. C'est là une différence très subtile, mais néanmoins très réelle, surtout pour le public. Je m'explique. Si la population croit que nous avons une crise de l'énergie, alors elle devient en quelque sorte socialement responsable d'utiliser moins d'énergie de toutes sources. Cela suscite des phénomènes comme ce qui s'est produit en Ontario, très près de moi, où l'Hydro Ontario moussait la fierté des gens en les invitant à éteindre les lumières, etc. Avec les chiffres que vous avez, vous savez bien qu'en fait cela signifie probablement qu'on utilise plus de pétrole. Toutefois, c'est là la réalité, et je crois qu'il est très important que la population comprenne la véritable nature de la crise. Dans le cas actuel, il s'agit d'une crise du pétrole et nous d'une crise de l'énergie en général.

[*Text*]

I might say that it is interesting that, when I said that sort of statement last year, people really perked up their ears; when I say it this year, everybody understands it. So people have caught on. The media has caught on just over that one-year period. But I remind us all that is has taken seven years, okay, since 1973; and I think a good chunk of that has been lost because of public misperception of what the real problem is.

What I do, then, is I start with the most simplistic of all equations but there is nearly always an enormous of truth, as well as some beauty, in a scientific sense, in simple equations. And this is what we are going to be talking about, today. It is simply that if you have water on one side, that is the H_2O ofhigh school of high school and of elementary school, and you dump in energy, you can split that water into its components of hydrogen and oxygen. But, then, you will note that the arrow goes both way, which simply means that the hydrogen and oxygen, not necessarily the same oxygen—in other words it is the oxygen just in the atmosphere—can go back together again to yield energy when you want it in a difference place, that is to drive your car or whatever, and the waste product, of course, is water.

I should mention that the only hand-out that I have given you is xeroxed copies of these transparancies that I will go through so that you can scratch your own notes on them, et cetera. But the important things about just this equation, to start with, is that, first of all, you realize that hydrogen is not an energy source—which is the other thing that the public is always so excited about: new sources—it is, what I will be talking about, an energy currency.

I note another thing because there are enormous parallels that are important to keep in mind between hydrogen and electricity. There are analogies between hydrogen and electricity and one of them you can see, here, and that is that in an electrical system, what you really do is you take energy and you separate charges and you have charge separation for a while and you run it through lines, with the charges separated, with their different tension difference or whatever and, then, it comes back again to yield work in the electrical motor or to run this or to light your lightbulbs. So it is cyclic, okay, and very quickly cyclic and hydrogen is exactly the same thing. In other words, you separate the molecular potentials, here, hydrogen and oxygen, and it runs with this molecular separation and comes back in exactly the same cyclic way to yield water. The next thing that comes out of that, partly because cyclic nature and, just looking at the equation, it is that hydrogen is inherently entirely environmentally benign. Because of the cyclic nature, in other words, you are not changing anything and the second thing is, of course through a waste product... That is where the magazine article can illustrate it well, is that they say that they drink the exhaust out of an automobile. And that, of course, is true, but the important thing is that you can see it is a much deeper thing than that.

[*Translation*]

Il est intéressant de noter que lorsque je faisait de telles déclarations l'an dernier, les gens tendaient vraiment l'oreille. Je dis la même chose cette année, et tout le monde me comprend. Les gens se sont donc ouvert les yeux. Les media ont prix connaissance de la situation pendant cette période d'un an également. Rappelons-nous toutefois qu'il a fallu sept ans, depuis 1973, pour que cela se produise; à mon avis, une bonne part de ces sept années a été perdue parce que la population comprenait mal la véritable nature du problème.

Je commence donc avec la plus simple des équations; toutefois, il y a presque toujours une grande vérité et même une certaine beauté scientifique dans une équation simple. C'est de cela que nous parlerons aujourd'hui. D'une part, vous prenez simplement de l'eau, c'est-à-dire le H_2O dont on parlait à l'école, et vous y injectez de l'énergie; vous séparez donc les composantes de l'eau qui sont l'hydrogène et l'oxygène. Mais, vous constatez que la flèche va dans les deux sens, ce qui signifie simplement que l'hydrogène et l'oxygène peuvent être recombinés pour produire de l'énergie lorsque vous en avez besoin, dans un autre endroit, soit pour faire avancer votre auto ou pour autre chose. Ce ne doit pas nécessairement être le même oxygène, mais simplement de l'oxygène qu'on trouve dans le milieu ambiant. Évidemment, le produit résiduel est de l'eau.

Je précise tout de suite que le seul document que je vous ai distribué est constitué de photocopies de ces dispositives que j'expliquerai plus tard; ainsi, vous pourrez y inscrire vos propres informations. Toutefois, dans cette équation, il est important que vous réalisiez en premier lieu que l'hydrogène n'est pas une source d'énergie. Le public est toujours exalté par ces nouvelles sources d'énergie. C'est pourquoi j'en parlerai comme d'une «monnaie énergétique».

Je remarque une autre chose puisqu'il est important de se rappeler qu'il y a d'importants parallèles entre l'hydrogène et l'électricité. Comme vous pouvez le voir ici, dans un système électrique, en fait, vous prenez de l'énergie dont vous séparez les charges pendant un certain moment. Ces charges circulent dans des lignes distinctes à des intensités différentes. Puis, ces charges sont réunies pour être utilisées dans un moteur électrique ou pour faire brûler des ampoules. Il s'agit donc d'un système cyclique. En gros, l'hydrogène présente exactement les mêmes caractéristiques. Autrement dit, vous dissociez les potentiels moléculaires, dans ce cas l'hydrogène et l'oxygène, vous ezploitez cette séparation moléculaire et vous rétablissez le cycle ce qui produit de l'eau. Il faut également noter que, en partie en raison de sa nature cyclique, l'hydrogène n'a absolument aucun effet sur l'environnement. Autrement dit, en raison de sa nature cyclique, vous ne changez absolument rien; de plus, il y a les déchets. Et l'article de la revue illustre bien le processus; on y dit qu'on avale les gaz d'échappement d'une automobile. C'est vrai, mais l'important, c'est qu'il s'agit de quelque chose de beaucoup plus profond que cela.

[*Texte*]

• 1545

The Chairman: Is that person still around?

Professor Scott: Sorry?

The Chairman: Is that person still around?

Professor Scott: The last time I knew, he was still around. So it appears.

The Chairman: Okay.

Mr. Rose: I wonder if I could interrupt just briefly, on a point of order, to ask a question. What about the procedures here? Are we free . . . ? Someone has encouraged us to interrupt from time to time. I always prefer for witnesses to do their acts, and, then, to have questions. Which is it you would like Mr. Scott?

The Chairman: This is true. It is a good point, Mr. Rose. I forget to mention this to the witness. Some prefer that we interrupt them. Instead of saying slide number so and so, and I cannot remember the number and make you go all through it again. Would you prefer we interrupt you, or that we wait until you are finished?

Professor Scott: Let me answer with three things. I would prefer that you interrupt, except that that will not be practical, because I prefer it; because I like to deal with questions thoroughly but we will take too much time. What I could ask is basically that you do not interrupt except for matters of strict clarification. In other words, if I have said something which is simply misunderstood, if I could answer it that way. But for the deeper questions, could we save it until later? Otherwise, I know what I will do. It is my weakness, not yours.

The Chairman: Okay. The last time we tried that we went about five minutes, but we will do our best.

Professor Scott: Okay. The next thing that I say, and it is obvious just from this equation, is that, when we are producing hydrogen by dumping in some other form of energy here, and that is what we are talking about, we are also producing massive quantities of oxygen, by weight, eight times as much oxygen. And that simply has an enormous implication in the world's future for the type of industries which will be supported, built around the fact that we are going to have these immense quantities of oxygen.

I say another thing at this point. Some people think of hydrogen as simply a way to store electricity, and that is a valuable point of view. In other words, it is a way by which you can store electricity, but it is much, much more than that and that is a very limited viewpoint which I hope will become clearer as we go on.

Now, I am going to go through a set of concepts. And the first concept is this one of an «energy currency». You, certainly, will be familiar with this in different terminologies. But nevertheless, I want to, go over it quickly.

I used the term "energy currency" entirely analogous to the concept of a financial currency. Because a financial currency allows a series of financial transactions. The nature of the

[*Traduction*]

Le président: Cette personne vit-elle toujours?

M. Scott: Pardon?

Le président: Cette personne vit-elle toujours?

M. Scott: Pour autant que je sache, oui.

Le président: Je vois.

M. Rose: J'invoque le Règlement. J'aimerais poser une question. Comment fonctionnons-nous? Pouvons-nous librement . . . ? Certains témoins nous ont demandé qu'on les interrompte de temps en temps. Personnellement, je préfère que le témoin dise ce qu'il a à dire, puisqu'on passe aux questions. C'est ce que vous voulez aussi, monsieur Scott?

Le président: C'est un bon argument, monsieur Rose. J'ai oublié de le mentionner au témoin. Certains préfèrent que nous les interrompions, surtout quand il y a projection de diapositives. Préférez-vous que nous procédions de cette façon ou voulez-vous que nous attendions que vous ayez fini pour vous poser des questions?

M. Scott: Vous pouvez m'interrompre, mais ce ne serait pas très pratique; en effet, j'aime bien répondre à fond aux questions et de cette façon cela prendra trop de temps. Peut-être pourriez-vous m'interrompre seulement pour obtenir certains éclaircissements, si quelque chose n'a pas été bien compris. Pour les questions de fond, vous pourriez peut-être attendre que j'aie fini mon exposé.

Le président: Très bien. La dernière fois que nous avons procédé de cette façon, le témoin a pu parler pendant cinq minutes avant d'être interrompu. Cependant, nous allons essayer de faire de notre mieux.

M. Scott: Lorsque nous produisons de l'hydrogène de cette façon, nous produisons également des quantités massives d'oxygène, équivalant en fait à 8 fois le poids de l'hydrogène. Les conséquences sont donc énormes pour l'avenir du monde et pour le genre d'industries qui pourront bénéficier de cette énergie.

Certains pensent que l'hydrogène sert simplement à emmagasiner l'électricité, mais il est en fait beaucoup plus que cela et je le démontrerai au fur et à mesure de mon exposé.

Je vais maintenant passer en revue différents concepts. Le premier est celui de la «monnaie énergétique». Vous savez sans doute ce que ce terme de monnaie signifie dans d'autres contextes. Je vais néanmoins m'y arrêter brièvement.

Quand j'utilise l'expression «monnaie énergétique», je l'utilise exactement de la même façon qu'elle est utilisée dans le domaine financier. Une monnaie permet toute une série de

[*Text*]

currency defines the type of transactions, and an energy currency does very much the same thing.

To try to clarify what I mean by an energy currency, I use some illustrations. First of all, note that electricity is an energy currency only. You always need an energy source from which to make it. So the stuff that is in the lights, et cetera, we do not know what it was made from, whether it was water, or coal, or oil, or nuclear. But you needed some energy source to make it.

The other thing is that, and this is particularly important, if you look at all the new, non-fossil energy sources which are coming on, all the things with which this committee will be concerning itself, such as nuclear sources, winds, hydraulics, tides, geothermics all the esoteric things that are in the future, you note that they are all energy sources only. Okay. You do not put a little bit of wind in your gas tank to drive down the highway. Okay. Or a little bit of uranium, or a little bit of falling water. To use them, you have to change them into some energy currency, and, clearly, the energy currency that we change them into these days is almost entirely electricity.

The other thing is that hydrocarbons play both roles. That is the hydrocarbon in the ground is an energy source. You take it out, you muck it around a little bit to change its hydrocarbon ratio, or whatever, and you put it in the gas tank of your car. In that context, I think of it as an energy currency which you, then, spend when you step on the accelerator to drive someplace. But part of the difficulty with society's misunderstanding of what the energy problem is, because it is not an energy-source problem, it is an energy currency problem, is that they have not separated out the difference. And you can see, psychologically, why they have not separated out the difference and that is that, when one actor—that is oil—plays both roles, it is very difficult to know when the role has changed, unless you know the play very well.

Now, I say another thing, here, and that is that the term «energy currency» is . . . sometimes other terms are used, like primary and secondary energy or even an energy carrier. Now I avoid primary and secondary energy, because the words «primary» and «secondary» are adjectives on the word "energy" and it alludes to the fact that they are all forms of the same stuff, and, gentlemen, they are not. Okay, they are very, very different things in concept and we must keep that clearly in mind.

The second thing is that going that way, people talk about it as an energy carrier, but I must say that that is closer to the right idea. But our stuff does much more than carry things and I say the following: the nature of the currency determines the nature of the energy transactions which will be allowed by that currency. That is an abstract statement, but let me say it specifically so you can put a handle on it and I illustrate it.

• 1550

It is very difficult for the energy currency, electricity, to fly an airplane, all right. Similarly, it is very difficult for the energy currency, oil, to run a computer. So you can see, then,

[*Translation*]

transactions financières. La nature de la monnaie définit le type de la transaction. Une monnaie énergétique joue le même rôle.

Prenons quelques exemples afin d'illustrer ce que je veux dire par monnaie énergétique. Tout d'abord, notons que l'électricité est une monnaie énergétique seulement. La production d'électricité nécessite une source d'énergie. Ainsi, lorsque nous voyons une ampoule incandescente, nous ne savons pas l'origine de cette électricité, s'il s'agit d'énergie hydro-électrique, houillère, pétrolière ou nucléaire.

Une autre chose est particulièrement importante quand on étudie toutes les nouvelles sources d'énergie non-fossiles, comme l'énergie nucléaire, hydraulique, éolienne, marémotrice et géothermique: il faut se rendre compte qu'il s'agit là seulement de sources d'énergie. On ne peut mettre un peu de vent dans son réservoir de voiture, ni un peu d'uranium on peu d'eau provenant d'une chute, et espérer pouvoir démarrer. Il faut, dans le cas de ces sources d'énergie, les modifier, les transformer en monnaie énergétique; à l'heure actuelle, cela revient à dire qu'il faut les transformer presquentièrement en électricité.

Il faut également se souvenir que les hydrocarbures jouent les deux rôles. Ainsi, les hydrocarbures qui se trouvent dans le sol sont une source d'énergie. Une fois extraits, il est possible, après une légère transformation, de les utiliser comme combustible dans une automobile. Il s'agit alors d'une monnaie énergétique. Le problème énergétique n'en est pas un de sources de l'énergie, mais bien un de monnaie énergétique. C'est ce que beaucoup de personnes ont du mal à comprendre, car elles ne peuvent dissocier les deux. Comme vous le voyez, quand un acteur—le pétrole—joue les deux rôles, il complique pas mal les choses.

Parfois, au lieu de l'expression «monnaie énergétique», que j'utilise personnellement, on entend parler d'énergie primaire ou secondaire ou même de source d'énergie. Personnellement, j'évite les termes «énergie primaire» et «secondaire», car ces adjectifs font penser qu'il s'agit là de forme différente du même produit, ce qui n'est pas le cas. Il s'agit de choses très différentes et il faut surtout ne pas l'oublier.

Quant à cette autre expression, source d'énergie, elle se rapproche plus de la vérité. L'expression monnaie énergétique, de son côté, dit bien ce qu'elle veut dire: la nature de la monnaie détermine la nature des transactions énergétiques permises par cette monnaie. C'est une déclaration abstraite que je vais tenter d'illustrer.

Avec une monnaie énergétique comme l'électricité, on ne peut faire voler un avion. Avec une monnaie énergétique comme le pétrole, il est impossible de faire fonctionner un

[*Texte*]

that the nature of the energy currency does influence the type of energy transactions that that currency can handle.

Maybe I should say one other thing there. By analogy to the statement that I started off with, that is that we do not have an energy crisis, but we do have an oil crisis, I should say, very transparently, my view of the following and that is that we do not have a critical need for new energy sources. That is not our problem. Our problem is that we do have a critical need for energy currencies which will allow us to use those new energy sources. And that, in essence, is what the whole theme of my talk is. That comes down to this concept of hydrogen inevitability. What we are doing, now, is that we are not putting time scales on it: I will do that later. I just want to get some ideas across and I just say them in point form.

One: the world must continue to move from hydrocarbon energy sources to nonhydrocarbon energy sources and there are two reasons for that. One is depletion and the other is environment. The public thinks of depletion predominately, because they say we are running out of oil or whatever, but my own view is that, perhaps, before we get really our tails in a trap with depletion, we are going to have our tails in a trap with the environment. We will talk about that later.

I should say another thing in passing there. We also need those hydrocarbons, which we are now consuming as fuels, as materials to make plastics, medicines and all the rest of the things. But I think you know that.

The second point is that that requires that non-hydrocarbon energy sources penetrate markets which are served now, exclusively, by hydrocarbons, exclusively locked up by hydrocarbons and, in a non-abstract form, that means that we need to make the winds, the tides, and those sorts of things, able to fly an airplane, and able to reduce a metallic ore.

The third thing is that that requires that nonhydrocarbon sources, and I hope you know what we are talking about there in that sense, make a chemical-energy currency abstract. Let me say it in a nonabstract form. That means that we need to have our Candu reactors, our hydraulic water reserves or the sun make a fuel, not just electricity.

Realistically, and this is the fourth point, hydrogen from splitting water is the only such currency that can be readily made and that is universally available. Moreover it happens to have the spinoff that it is environmentally benign. Some of those statements you simply have to accept, because they are technically deep on why that is true, but that is factually correct.

So, five, we come down to the fact that because you have to do all these things and, because the only way that you can do them, technically and for environmental reasons, is through hydrogen, that makes hydrogen inevitable. What I mean by inevitable is that, in some inevitable future, where I have postponed the time to now, the energy matrices of the world will be dominated by two pervasive—all right, I use the word carefully—pervasive energy currencies: one will be electricity and the other will be hydrogen. Then I say full stop, that is it, because there is no other fuel that you can make like you can make hydrogen.

[*Traduction*]

ordinateur. Ainsi, vous pouvez comprendre comment la monnaie énergétique influence le genre de transactions énergétiques de la monnaie.

De la même façon que nous n'avons pas une crise de l'énergie, mais une crise du pétrole, de la même façon, nous n'avons pas un besoin critique de nouvelles sources d'énergie. Ce n'est pas un problème. Notre problème est que nous avons un besoin urgent de monnaies énergétiques qui nous permettront d'utiliser ces nouvelles sources d'énergie. C'est là le thème de mes propos. On en revient à cette idée de l'inévitabilité de l'hydrogène. J'aimerais maintenant développer différents points.

Premièrement, le monde doit continuer à remplacer les sources d'énergie provenant des hydrocarbures par d'autres sources, et ce, pour deux raisons: l'épuisement et l'environnement. A l'heure actuelle, on parle surtout d'épuisement, on dit que le pétrole sera bientôt épuisé. A mon point de vue, le problème qui se pose avant tout n'est pas un problème d'épuisement mais d'environnement. Nous en reparlerons.

De plus, nous avons également besoin de ces hydrocarbures, que nous utilisons à l'heure actuelle comme combustible, pour en faire des matières plastiques, des médicaments, etc. Je n'y reviendrai pas, je crois que vous êtes au courant.

Deuxièmement, il faut que l'énergie d'origine non fossile remplace petit à petit les hydrocarbures. Cela signifie qu'il faudra pouvoir utiliser l'énergie éolienne, marémotrice, etc. pour faire voler les avions, pour réduire les minerais.

Nous avons donc besoin, et c'est mon troisième point, d'autres sources d'énergie que celles provenant des hydrocarbures; nous avons donc besoin de nos réacteurs Candu, de nos réserves hydrauliques, de l'énergie solaire, et pas simplement d'électricité.

Quatrièmement, si l'on envisage la question d'une façon réaliste, il est certain que l'hydrogène provenant de l'électrolyse de l'eau est la seule monnaie facile à obtenir et universelle disponible. De plus, cela ne pose pas de danger pour l'environnement. Il s'agit de faits, non pas d'hypothèses.

Cinquièmement, étant donné que le développement de ces nouvelles sources est nécessaire, que pour des raisons de protection de l'environnement et des raisons techniques également, la seule façon de procéder est d'avoir recours à l'hydrogène, celui-ci devient inévitable. C'est-à-dire que dans un avenir inévitable, les matrices énergétiques du monde seront dominées par deux monnaies énergétiques omniprésentes (j'utilise le terme "omniprésentes" avec beaucoup de circonspection): il s'agira de l'électricité et de l'hydrogène. En fait, il n'y a aucun autre combustible qu'on puisse obtenir comme on obtient l'hydrogène.

[*Text*]

I also have to make a minor comment, here, and when I said pervasive I did not say solely, there are other things that you can use. Heat itself is an energy currency used for space heating and, in technical jargon, it is a non-knowable form of energy, but the point is that we sure need it to keep warm in Canada and, in that sense, heat remains an energy currency caught up, typically tied in with co-generation and then there will be times when we need to make liquid hydrocarbons, that is, synthetically; to make the sort of thing that we use now. That will be largely for convenience. Hydrogen, chemically and energetically, is the best of all fuels, but the point is that it is inconvenient because it is a gas at normal temperatures and pressures and it is very difficult to think of running a hydrogen outboard motor, for instance, at your cottage. So, for your outboard motors, your lawn mowers and several other things, even in the distant future, that would be liquid hydrocarbons and they would be made by hydrogen in the manner that I described, coupled with a little bit of carbon that let us say comes from biomass.

I want to say another thing on environment, because I must say that I am fairly strong on the environmental context. I just say something again, abstractly, and that is, environmentally, note that there are great analogies again between hydrogen and electricity, because both are environmentally benign and both are "renewable".

On this business of renewable I should say the following: that some of the popular articles write things like we have all kinds of water and so we will never run out of hydrogen. That is true but it is redundant. It is exactly the same thing as saying we have got all kinds of electricity because there is no shortage of electrons. That is not a problem of shortage of electrons, the problem is to get the energy to separate the electrons. And the problem of hydrogen is to get the energy to separate the water into the hydrogen and oxygen, and, as I say, it is just a cyclic thing anyway. So although it is true, it is meaningless although I guess it wakes people up. You have your *Toronto Star's* and things like that.

• 1555

I should also say something else about fossilfuel waste disposal; and one would love to talk about this a long time. But the fact is that, at least in Ontario and eastern Canada, I know that the worst air pollution problem that we have, now, is acid rain. And the number that they are dumping out for Ontario is $500 million worth of damage a year in acid rains alone. But I must say, if the Americans go for coal, the way they are going to go for it, to use the jargon, we ain't seen nothing yet. So that is a very very serious problem. And, then, there is this sleeper, which is potentially much more severe, but we do not know enough about it yet, and that is CO_2. And I just remind you of the facts, that if we keep on the trajectory with fossil fuels, now... the numbers that I give you are from the International Institute in Austria et cetera—but if we keep on that trajectory we have doubled the CO_2 content of the atmosphere before the middle of the next century. We will have raised temperatures in the polar regions by up to 10 degrees C, and by no less than 6 degrees C. The more

[*Translation*]

Je dois faire également un commentaire: par le terme omniprésent, je ne veux pas dire unique. La chaleur elle-même est une monnaie énergétique utilisée pour le chauffage et ainsi la chaleur reste une monnaie énergétique. L'hydrogène, du point de vue chimique et énergétique, est le meilleur de tous les combustibles. Cependant, ce n'est pas un combustible pratique, étant donné qu'il s'agit d'un gaz à température normale et à pression normale et il est assez difficile de penser à faire fonctionner un moteur hors-bord à l'hydrogène. Ainsi, pour les moteurs hors-bord, les tondeuses à gazon et d'autres appareils, même dans un avenir éloigné, on aura recours aux hydrocarbures liquides réalisés à base d'hydrogène, selon la méthode que j'ai décrite en y ajoutant du carbone qui proviendra par exemple de la biomasse.

J'aimerais dire autre chose au sujet de l'environnement, car c'est un domaine qui me préoccupe beaucoup. L'hydrogène et l'électricité ne nuisent pas à l'environnement et sont également des ressources "renouvelables".

Au sujet de cette question des ressources renouvelales, j'aimerais dire ce qui suit. Dans beaucoup d'articles, on peut lire que l'hydrogène ne sera jamais épuisé étant donné qu'il y a beaucoup d'eau sur la terre. C'est vrai, mais cela ne veut rien dire. C'est exactement la même chose que si l'on disait qu'on a beaucoup d'électricité parce qu'il y a beaucoup d'électrons. Le problème, c'est d'avoir suffisamment d'énergie pour isoler les électrons. Le problème de l'hydrogène est d'avoir suffisamment d'énergie pour décomposer l'eau en hydrogène et en oxygène. Comme je l'ai dit, il s'agit de quelque chose de cyclique.

Je devrais faire maintenant quelques remarques concernant l'élimination des déchets des combustibles fossiles. On aimerait en parler longtemps. En Ontario et dans l'est du Canada, le problème le plus grave en matière de pollution est celui des pluies acides. On parle de 500 millions de dollars de dommages par année dûs aux pluies acides. Je puis vous dire que si les Américains optent pour le charbon, les pluies acides ne seront rien en comparaison de cela. Ainsi, le problème est très sérieux. Ensuite, il y a la question du CO_2, qui peut se révéler encore beaucoup plus grave, mais au sujet duquel nous ne savons pas grand chose. Je devrais cependant vous signaler l'effet précisé par l'Institut international autrichien: si nous continuons d'avoir recours aux combustibles fossiles comme nous le faisons à l'heure actuelle, la concentration de CO_2 dans l'atmosphère avant le milieu du 21^e siècle aura doublé et sera telle que les températures des régions polaires auront augmentées de 6 à 10 degrés centigrades, ce qui signifie qu'on peut s'attendre à une fonte des calottes glaciaires d'ici les 50

[*Texte*]

temperate zones will be much less affected than that. That will melt the floating ice and that could well trigger an irreversible melting of the polar icecaps—not for sure, but we are playing with dice on it. And we are playing with dice on it within 50 years. Now I give you a feeling for the significance of that. If we melt the polar icecaps, we raise the levels of the oceans of the world by 250 feet; and to get a handle on what that means, the chart datum of Lake Ontario is 242 feet, so Toronto will survive but some of the islands will go in Toronto. And it turns out that seven of the world's ten largest cities will disappear, will cease to exist. I do not want to carry on on this drama, because it is not sure yet, but I have got to tell you that it is very real and it is very, very possible. And the bottom line on this is that I think the message may well be in before the turn of the century, and, if it is in before the turn of the century, clearly, we are going to have worldwide massive commitments to get off fossil fuels. And I am not putting that in any of my projections, I just say—remember it. Sorry Tom.

The Chairman: I hate to interrupt you, but you are giving it out so fast the translaters are having problems. So, if you could moderate just a little bit, they will be able to work and we may be able to absorb it better.

Professor Scott: Yes, my wife has that problem too. I apologize for that.

The next thing that I want to say is the following: I want to talk about the ultimate roles. I have talked about a future which has two pervasive energy currencies which are hydrogen and electricity.

Slow me down again if I go too quickly.

But I have not defined the timing on that. But when you say that—and people I think have a difficult time refuting the logic that I have just laid down there in detail. They say: why cannot we do everything with electricity? Now the first thing I say is, unequivocally, you cannot do everything with electricty, and then I just illustrate it by two simple examples; you cannot fly an airplane with electricity; and you cannot reduce a metallurgical ore because you require a chemical to take the oxygen out of it. But I would also say the following: why would you want to to it, even if you could do so? The reason I say "why would you want to"is that it turns out that hydrogen and electricity are extremely compatible energy currencies, that is, they work together as a team, if you like, very, very well. And I am going to put this slide on to give a feeling for that. This is a bit of a busy slide, it is one that I substituted, but you can write down some extra ideas.

Note that one of these is protonic, that is a chemical; the other electronic. Note that both are environmentally benign; both happen to have a very high negentropy content. Now that is a technical term—and do not worry about it—but it really means that, inherently, you have a very high capability of converting those, both electricity are hydrogen, into energy.

Now what I did, here, and I hope that this makes some sense to you, is that in trying to look to the future, rather than looking to the positive features of electricity and, then, to the positive features of hydrogen, I look to the negative features of both; so that you could sort of feel how they would fit together. And looking at the limitations of electricity, I just say the

[*Traduction*]

prochaines années. Cela provoquerait une montée du niveau des océans de 250 pieds. Pour se faire une bonne idée de ce que cela représente, le lac Ontario est à 242 pieds d'altitude; donc, Toronto ne sera pas submergé mais certaines des îles le seront. Sept des dix plus grandes villes du monde disparaîtront. Je m'arrêterai ici, et je dois vous dire qu'il s'agit d'un danger possible. Il est possible qu'on se rende compte de cette situation avant la fin du siècle, ce qui poussera le monde entier à ne plus avoir recours aux combustibles fossiles.

Le président: Je n'aime pas vous interrompre, mais vous allez tellement vite que les interprètes ont du mal à vous suivre. De plus, nous pourrions peut-être mieux comprendre ce que vous dites si vous ralentissiez votre débit.

M. Scott: Excusez-moi, ma femme a le même problème quand elle m'écoute.

J'aimerais maintenant paler du facteur temps. J'ai déjà dit qu'à l'avenir, deux monnaies énergétiques seraient omniprésentes, l'hydrogène et l'électricité.

Ralentissez-moi si je vais trop vite.

Je n'ai cependant pas parlé du facteur temps. Bien souvent, on me demande pourquoi ne pouvons-nous tout faire avec l'électricité? Je réponds par deux exemples: on ne peut faire voler un avion et on ne peut réduire le minerai avec cette énergie. On a besoin d'un produit chimique pour extraire l'oxygène. De plus, pourquoi voudrait-on utiliser l'énergie à toute fin, même si c'était possible? En effet, l'hydrogène et l'électricité sont des monnaies énergétiques extrêmement compatibles, elles «travaillent» très bien ensemble. Voici à ce sujet une diapositive pas mal chargée.

Vous notez qu'une de ces monnaies énergétiques est protonique, c'est-à-dire chimique, et l'autre électronique. Vous notez également qu'elles ne posent toutes deux aucun danger pour l'environnement. Elles sont toutes deux très négentropiques. Donc, et l'électricité et l'hydrogène peuvent se convertir en énergie.

Pour ce qui est de la perspective d'avenir, je n'ai pas voulu étudier les caractéristiques positives de l'électricité et de l'hydrogène, mais bien les caractéristiques négatives afin de voir comment elles peuvent fonctionner ensemble. Pour ce qui est des inconvénients de l'électricité, on ne peut l'emmagasiner. Il y a bien les piles; cependant, on ne peut entreposer des

[*Text*]

following—you cannot store it. Now you can think about batteries, but look, we are talking about massive quantities of energy and the fact is you cannot store electricity. You make it, you use it. The stuff that is in the lights right now, was made this instance at some place.

• 1600

The Chairman: Professor, I would like just one clarification. You say they are both environmentally benign but that depends on the energy source that you use to make your electricity now.

Professor Scott: Absolutely right, absolutely right.

The Chairman: You do not take any thought of that.

Professor Scott: No, no, and that is why I am really glad you raised that point, because what I am trying to do is that I am classifying, now, the currency itself. Do you see what I mean? The currency, electricity, is environmentally benign, inherently, the currency, hydrogen, is environmentally benign inherently.

The Chairman: Yes.

Professor Scott: That does not mean, for example, it is without risk if you use it foolishly. You can always electrocute yourself and, presumably, you will be able to blow yourself up with hydrogen. I am just saying, inherently, they are environmentally benign. For example oil is not. Do you see what I mean? As a currency it is not because of the products that are coming off. We could go back, later, and talk about how you make it or for that matter how you use it.

Mr. Gurbin: Just that one word. Negentropy is the capacity to turn hydrogen-electricity into work?

Professor Scott: Negentropy, yes. This spins out my talk, unfortunately, but what you really do, as you know, is if you have a fuel . . . that the premier forms of energy are those which can be changed into work directly or our work. In other words, the thrust for a car or that sort of thing as distinct from heat. This is where you get the second law of thermodynamics which is simply a law that says that if you, first of all, use your fuel to make heat, that is to combust it, then, to change the heat into work you have large losses because you have to reject a large quantity of that heat into the environment. With electricity, in principle, you do not have to reject any of it. Do you see what I mean? In other words, coming through the wire you can convert 100 per cent of that ideally, the motor will have some flaw, into work. It turns out that, with hydrogen, for a set of thermodynamic reasons, which are quite deep, you cannot approach the 100 per cent of electricity but you can get enormously higher than you can with conventional fuels largely because you can use them in a new technology, which is fuel cells, very, very idealistically which are not heat engines which directly produce electricity. So let us say they are both high in negentropy, but for electricity say 100 per cent figure, for hydrogen say 80 per cent if you want for a figure to 85 per cent but then you have to compare that with your other fuels which are sort of 40 per cent. Do you see what I mean?

[*Translation*]

quantités massives d'électricité, il faut l'utiliser dès qu'elle est produite.

Le président: J'aimerais avoir un éclaircissement. Vous dites que l'électricité et l'hydrogène ne sont pas dangereux pour l'environnement; tout dépend cependant de la source d'énergie utilisée pour produire l'électricité.

M. Scott: Vous avez tout à fait raison.

Le président: Vous n'y avez pas pensé.

M. Scott: C'est la raison pour laquelle je suis très heureux que vous ayez soulevé la question. En fait, je veux parler de l'électricité en tant que monnaie énergétique. En tant que monnaie énergétique, celle-ci ne pose aucun danger pour l'environnement, de même que l'hydrogène.

Le président: Oui.

M. Scott: Cela ne signifie pas, par exemple, qu'il n'y a pas de danger en cas de mauvaise utilisation. On peut par exemple s'électrocuter et on pourrait faire sauter le monde à l'hydrogène. Je dis que cette monnaie énergétique n'est pas mauvaise pour l'environnement, comme le pétrole peut l'être, voyez-vous ce que je veux dire? Nous pourrons revenir par la suite et parler de la fabrication et de l'utilisation.

M. Gurbin: Vous avez utilisé le mot négentropie. S'agit-il de la capacité de transformer l'hydrogène et l'électricité en travail?

M. Scott: Oui. On sort du cadre de mon exposé, mais en fait cela se résume à ceci: les formes premières d'énergie sont celles qui peuvent être transformées directement en travail. Prenons l'exempe de l'énergie qui permet à la voiture de se mouvoir. Selon la deuxième loi de la thermodynamique, la transformation d'un combustible en chaleur, puis en travail, occasionne de fortes pertes étant donné qu'une grande quantité de cette chaleur se répand dans l'environnement. Dans le cas de l'électricité, il n'y a pas de perte. Comprenez-vous ce que je veux dire? En d'autres termes, on peut convertir cette énergie presque à 100 p. 100 en travail. Dans le cas de l'hydrogène, pour des raisons thermodynamiques assez difficiles à comprendre, il est impossible d'en arriver au même résultat; cependant, le résultat est nettement supérieur à celui qu'on peut avoir en utilisant des combustibles conventionnels grâce au recours à une nouvelle technologie, les piles à combustible. Ainsi, l'électricité est négentropique à 100 p. 100 et l'hydrogène à 80 ou 85 p. 100; les autres combustibles le sont à 40 p. 100. Vous voyez ce que je veux dire?

[*Texte*]

There is the difficulty to transport long distances. I just leave you with the fact that characteristic distances, from a place that you generate electricity to where you use it, is 100 kilometers throughout the western world. Certainly, we can transmit it further than that and we are doing it in Quebec and in many places in Ontario. I am just telling you that, characteristically, that is what it comes out to and there are reasons for that because the costs really get high with your infrastructure and you lose the energy, for a set of technical reasons, as you transfer it along. I am really saying that you do not transmit electricity from the Persian Gulf to North America, and you do not transmit it from British Columbia to Ontario.

The last one is that it is not a chemical. You might say, well what does that matter, but that perhaps is the most important thing of all which we will come to.

If I go to hydrogen I note the following. You cannot transport it, instantaneously, in the sense that you can transport electricity. I note that you cannot transport it, or at least it is difficult, in micro quantities because you would not want a whole bunch of little wee capillary pipes running aroung the place. Do you see what I mean? In transporting hydrogen you cannot to that where you can do that very easily with electricity.

That relates to the last one which is you are unable to carry information with hytdrogen. If it was in a pipeline of hydrogen it would not carry information; electricity can.

It is these two things which really tell us in part what the major split is in the future of the world. What I do then is I just look at those and say that while we cannot determine the ultimate matrix, these generalized limitations give us a guidance to the anticipated spectrum. Then I say electricity for sure and out there I have put computers because it is going to be very, very difficult to run a computer on hydrogen. Similarly, I come in from that which is something that you could do both ways which is lighting but it will be, probably, a lot more convenient for switchability in micro quantities, et cetera, to use electricity for lighting. Remember that we could do it both ways. In fact we have done it both ways because the old "lamplighter" used to light a gas lamp with a gas that was 50 per cent hydrogen so you can do it. But I am just saying that you can see why electricity comes that way.

If I start hydrogen for sure... It is the aircraft, it is reducing metallurgical ores and that sort of thing which have to be done by a chemical and something which you can store. Then you come in, here, and you get to automobiles. There is a lot of talk these days about electrical automobiles. Again it is a sub-topic that we could spend half an hour on but I must say that I am absolutely convinced that, for the weight factors and storage factors, electrical automobiles will never wash in the context that we talk about electrical automobiles, now. They will wash for running around on fleets perhaps and they will work in the sense of being a golf cart, in that sense, but not the way we use automobiles now.

• 1605

Home heating I put here just to say that I do not know. Ok, home heating comes from the middle and that will be balanced

[*Traduction*]

Il y a également la difficulté de transporter l'électrocité sur une longue distance. Celle-ci ne dépassera pas 100 kilomètres dans la plupart des pays, bien que le Québec est dans de nombreuses régions de l'Ontario la distance soit plus longue. Étant donné l'infrastructure nécessaire, les coûts augmentent considérablement avec la distance. De plus, il y a une perte d'énergie tout au long du transport et ceci pour différentes raisons techniques. On ne peut transporter l'électricité du golfe Persique en Amérique du Nord ni de la Colombie-Britannique en Ontario, comme on le sait.

Enfin, l'électricité n'est pas un produit chimique. On peut penser que cela n'a pas d'importance, et pourtant c'est une des choses les plus importantes, comme nous allons le voir.

Dans le cas de l'hydrogène, les inconvénients sont les suivants: on ne peut le transporter instantanément de la même façon que l'on peut transporter l'électricité. On ne peut le transporter en microdose dans un réseau capillaire.

Un autre inconvénient: on ne peut transmettre des renseignements en se servant de l'hydrogène comme source d'énergie. Ce n'est pas le cas de l'électricité.

Si nous ne pouvons déterminer une matrice parfaite, au moins pouvons-nous avoir une idée d'ensemble des utilisations possibles de l'électricité et de l'hydrogène à l'avenir. L'électricité pour les ordinateurs, l'électricité également pour s'éclairer, car la commutation est beaucoup plus facile de cette façon. Cependant, cela n'exclut pas l'utilisation de l'hydrogène; nous avons déjà connu les anciens réverbères qui brûlaient un gaz composé à 50 p. 100 d'hydrogène.

Dans le cas de l'hydrogène, il peut réduire les minerais, être utilisé pour les avions et les automobiles. On parle beaucoup aujourd'hui des automobiles électriques. Nous pourrions parler de cette question pendant longtemps. Je suis absolument convaincu que les automobiles électriques, comme on les imagine à l'heure actuelle, ne marcheront jamais, ne serait-ce qu'à cause de leur poids et des problèmes de stockage de l'électricité. Elles serviront comme petits véhicules spéciaux, comme les chariots de golfe, mais pas de la même façon que les automobiles actuelles.

Pour ce qui est du chauffage domestique, il figure ici à titre d'interrogation, car je n'en sais rien. Il est vrai qu'on chauffe

[*Text*]

out by whether you use electricity directly but then you have to match the loads. Hydrogen has the advantage of getting out of the load level, etc. Now, I think I am spending too long so I will not put those final comments in.

The next thing is that what I have tried to do is I have tried, so far, to illustrate why some time in the future will be massively hydrogen and electricity but I have tried to give just for relatively abstract I think real technical reasons what the split will be and the type of activity where it will be one versus the other.

The next real question is: "when?" And the when is this. I have to introduce another concept and that new concept is what I would call an incipient hydrogen era and by that I mean when about approximately 1 per cent of our energy transactions involve hydrogen that has been generated by spitting water, in other words, where the source is a non-fossil source. I should say the following: in the sense of total use of hydrogen, we are well above 1 per cent, right now, in our energy matrix but it comes from fossil fuels and so I do not fit it into this package. Do you see what I mean? I am doing this really to identify what I mean by an incipient hydrogen era. And then I talk about an incipient era window and by that I mean that window of time when developed nations will past through energy states when about 1 per cent of their energy will be hydrogen that has come from a non-fossil source. Ok? And one gets at that timing for a set of reasons. Some get that after two really. There are two ideas that are needed and, as I say, we have not the time to go into them. One is, the penetration rate of non-fossil sources. We simply look at the rate that things like nuclear, solar if it works, fusion if it comes on, hydraulic, etc., as penetrators and you package that against another concept which is that there is an electricity ceiling. That is, if there is only so many things that you can do with electricity and you come piled up against the fact that, if nuclear keeps going, and it will, in certain jurisdictions of the world, it just has to keep penetrating a market which electricity ceilings block and the only way that it can go beyond that is to make hydrogen. Now a series of analysis that were done at the International Institute, in Laxenburg, that I have mentioned, talk about world-wide, and I will not go into that now, but if you use those and you use the idea of the electrical saturation, you realize that there is this incipient era window which will open on the world at about 1990 and it will close at about 2015. Now when I say close, it does not mean we are off hydrogen, it means that every western country in the world that matters will be using more than 1 per cent. Is that clear, what I am saying there? In other words, it is really a window into a new age. So you can see that the time span is about 25 years wide. But the important thing to say, here, with regard to Canada, is that Canada right now sits on that doorstep but I do not think it knows it and I will tell you why it sits on it. For an example, in Ontario the nuclear generating capacity has already saturated the electrical market. Ok? That is what is meant by saying we do not need more electricity so go slow on Darlington. Ok? Now, think of what would be happening if Darlington was seen by the public as being capable of making gasoline, rather than making electricity. There would be no go

[*Translation*]

les maisons au moyen d'un système central; mais si on utilise l'électricité, il faut modifier la charge du circuit pour qu'elle soit compatible avec le système à domicile. Or, l'hydrogène a l'avantage de fonctionner à même la charge normale, etc. Je crois que je m'étends un peu trop sur cette question.

Ce que j'ai tenté de faire jusqu'à maintenant, c'est de montrer qu'à l'avenir, on dépendra très largement de l'hydrogène et de l'électricité, en vous précisant les raisons techniques et relativement abstraites de la répartition entre ces deux formes d'énergie ainsi que les domaines d'utilisation où elles se feront concurrence.

Il faut maintenant se demander quand cela se produira. A cet égard, je dois présenter une autre idée, celle de l'avènement de l'hydrogène. J'entends par là l'époque où environ 1 p. 100 de nos transactions énergétiques concerneront de l'hydrogène obtenu par dissociation c'est-à-dire d'une source non fossile. Je précise qu'à l'heure actuelle nous avons déjà largement dépassé ce pourcentage de l'utilisation de l'hydrogène à des fins énergétiques, mais ce gaz est présentement tiré de combustibles fossiles et il s'agit donc d'une autre catégorie. Si je donne cette précision c'est pour expliquer ce que j'entends par une époque consacrant l'avènement de l'hydrogène. Puis je parle d'une fenêtre sur cette époque et il s'agit de la période nous séparant du moment où les pays développés verront environ 1 p. 100 de leurs besoins énergétiques assurés par de l'hydrogène d'origine non fossile. Lorsqu'on examine cette période en tenant compte de certaines raisons que je n'ai pas le temps d'expliquer, on tient compte du rythme d'implantation des sources énergétiques autres que les combustibles fossiles. Or, pour savoir cela, il suffit d'examiner ce même aspect pour ce qui est du nucléaire, du solaire s'il est viable, de la fusion si on l'adopte, de l'énergie hydraulique, etc. Puis on compare ce rythme à un maximum, le plafond de l'énergie électrique. J'entends par là que l'électricité n'est pas disponible en quantité illimitée, et si le nucléaire continue à progresser, ce qui arrivera sans doute dans certains pays, ce sera grâce à ces plafonds que ne peut dépasser l'énergie électrique. Or, le seul moyen de dépasser ces seuils est l'hydrogène. A cet égard, dans une série de travaux effectués à l'Institut international de Laxenburg, organisme que j'ai déjà mentionné, on envisage des applications mondiales de cette forme d'énergie, mais je ne m'étendrai pas là-dessus maintenant. Toutefois, si on les lit et si l'on recourt à cette idée d'un plafond de l'énergie électrique, on se rend compte qu'on passera par cette période de transition, cette "fenêtre", entre environ 1990 et 2015. Une fois cette période terminée, cela ne signifiera pas qu'on utilisera plus l'hydrogène, mais que chaque pays occidental important assurera plus de 1 p. 100 de ses besoins grâce à cette source. J'espère m'être bien fait comprendre. Autrement dit, cette période de transition d'environ 25 ans inaugure une autre époque. Il importe donc de rappeler que le Canada se trouve au seuil de cette période, mais sans s'en rendre compte, à mon avis. Expliquons pourquoi notre pays en est là. En Ontario, par exemple, l'énergie produite par les centrales nucléaires a déjà saturé le marché de la consommation d'électricité. C'est pour cela que nous n'avons pas besoin de plus d'électricité et qu'il ne faut pas se précipiter pour construire une centrale à Darlington. Cependant, imaginons ce qui se passerait si on présentait la centrale de Darling-

[*Texte*]

slow on Darlington. Darlington would be full go ahead. But that is in Ontario, that is nuclear. Then we switch to something else which is Labrador which is just another way of abstracting it a little bit. Right now we have Lower Churchill Falls river and a set of other things, ok? Now, in that particular context you can say locally, ok, locally, in Labrador, and we can pick other regions of Canada, hydraulic has saturated the electrical market because there is no electrical market there, right? But it is the same thing, right? Think of Lower Churchill Falls River as being a source of gasoline and then ask yourself would it be developed and would you get the gasoline out and that sort of thing, ok? So you can see that for a set of reasons Ontario's is exactly that situation that international communities are saying will be the trigger of a hydrogen age world-wide and for the rest of the world, it is about 10 years down the road. The interesting thing is that we sit at it now. We sit at it, there, in what I call a position of accidental leadership which is astounding, ok, accidental because we have not planned it, ok? But it is still there and that is what we are ready to go with our electrical technology because that is really what you need and interestingly enough, we also have one of the world's largest producers of electrolyzer units. We sit there though needing to refine our technologies and we sit there particularly needing to develop—which I will take about later—which is hydrogen exploitive technology, that is technologies which can exploit the very unique properties of hydrogen.

• 1610

But I must say the problem, which is probably obvious, and that is that I think it is impossible—impossible!—to overstate the advantages to any nation if that nation can lead this world through that window, at least be at the leading edge of that window rather than playing a catch-up game subsequently.

So much for sort of an introduction and there is a lot of time spent on that but I think there are a lot of important general ideas.

I want, now, to talk very specifically about how I view energy currency transactions. And to me all these things just come down like this: you have a series of energy sources and, then, you have a whole series of immensely-complicated energy transactions and you can see that the sources are kind of limited. It is solar or it is stored solar, short-term storage, wind and hydraulic, intermediate term biomass notions, and long-term in the fossil hydrocarbons. And then nuclear which is fission and fusion. And if you really want to be abstract you can abstract the whole thing down to being nuclear because the sun is nuclear. Okay? But let us de-abstract it a little bit.

Mr. Rose: I would rather call it solar. Some of us would rather call it solar.

Professor Scott: I am happy. You notice that that is what I call it. I just said that sort of for fun.

[*Traduction*]

ton comme une installation capable de fabriquer de l'essence et non de produire de l'électricité. On ne ralentirait certainement pas les travaux, on les exécuterait plutôt à toute vapeur. Mais nous sommes en Ontario et il s'agit d'une centrale nucléaire. Passons maintenant au Labrador et à des considérations un peu plus abstraites. A l'heure actuelle, cette partie du pays compte entre autres sur le projet des chutes Churchill. Donc, on peut dire qu'au Labrador, et dans d'autres régions du Canada d'ailleurs, l'énergie de source hydraulique a saturé le marché de la consommation d'électricité étant donné que ce dernier n'existe pratiquement pas sur place. On peut toutefois se demander s'il s'agit de la même chose. Imaginons encore une fois que le projet de la rivière Churchill soit destiné à produire de l'essence et demandons-nous si on le mettrait en valeur si tel était le cas. On peut donc conclure que la situation de l'Ontario est identique à celle qui déclenchera l'avènement de l'hydrogène, partout dans le monde, dans environ 10 ans. Ce qu'il y a d'intéressant ici c'est que nous nous trouvons déjà à son seuil. Nous nous trouvons donc à l'avant-garde, tout à fait par hasard, car nous n'avons rien planifié. Il n'empêche que la réalité est ainsi et que nous sommes prêts à en profiter, compte tenu de notre technologie dans le domaine électrique, car c'est vraiment ce dont on a besoin à cet égard, et compte tenu aussi du fait que nous sommes l'un des plus grands producteurs mondiaux d'unités d'électrolyse. Nous ne faisons rien, bien que nous ayons besoin de développer davantage des technologies, et particulièrement celle permettant d'exploiter l'hydrogène et ses propriétés uniques. J'en parlerai d'ailleurs plus loin.

Il est toutefois impossible, vraiment impossible d'exagérer les avantages que détiendra la nation en mesure de prendre les devants pendant cette période de transition et qui ne sera pas à la remorque des autres.

Mon introduction a peut-être été un peu longue mais les sujets abordés me paraissaient être importants.

J'aimerais maintenant m'arrêter sur les transactions en monnaies énergétiques. A mon avis, cela se réduit à peu près à la chose suivante: On dispose d'un nombre limité de sources d'énergie auxquelles se rattachent toute une série d'activités de production et de transformation extrêmement compliquées. Il y a l'énergie solaire, stockée à court terme, l'énergie éolienne et hydraulique, l'énergie à moyen terme tirée de la biomasse et l'énergie à long terme provenant des hydrocarbures fossiles. S'ajoute l'énergie nucléaire par fission et fusion. Si l'on veut vraiment réduire tout cela à une catégorie, c'est celle du nucléaire qu'il faut retenir étant donné que le soleil constitue en soi une énergie nucélaire. Mais revenons à des choses un peu plus concrètes.

M. Rose: Je dirais plutôt qu'on peut réduire tout cela à l'énergie solaire. Enfin, certains d'entre nous préféront appeler cela de l'énergie solaire.

M. Scott: J'en suis ravi, car vous avez remarqué que c'est aussi, mon point de vue. C'est peut-être un peu pour rire que j'ai parlé d'énergie nucléaire.

[*Text*]

The interesting thing, though, and what we are concerned with because I think what we are talking about, today, is these transactions in currencies; it is not so much the sources but except perhaps how to monilize those sources. There are energy currency transactions and you can see that you can have fun running through this box. In other words you can take a fossil fuel down here, you can make electricity with it, you can run up to the delivery, into the utilization. Note that you can always utilize it two ways: one is directly, that is in manufacturing, driving your car, flying your aeroplane, reducing a metallurgical ore, whatever, but you can also use it to make another currency and with the oil we have already done that in my little abstract thing because I have taken oil to make electricity. Do you see what I mean? And, now, you can see that you can take electricity, at this point, to make hydrogen and then you run it through again. Obviously there are many things you could say about that but I will leave it for now because we will get into it.

You will see that I have put some words around the title: economics, environment, people, safety, and quality of life. And I put those because I believe, whenever you choose an energy currency or an energy system, you must think of how all these things are going to be influenced by that system. Because we are talking systems, we are not just talking a car or an aeroplane; we are talking about the energy matrix built around a pervasive energy currency.

These are obvious but I want to talk just a little wee bit about quality of life because what I am talking about there is the quality of the work place in many senses. And I will say something which may be aggressive but I want to say it any way, and that is that my feeling is this: one of the advantages to hydrogen is the quality of life in the sense of quality of the work place.

But I would put it this way or have put it this day: do we want our children to be more needed by their nation—by Canada—okay?—more needed to work in the high technology industries associated with hydrogen electrolysis and that sort of thing which means the businessmen, the technicians, the physicists etc., the kind of occupations that are associated with high technology—do we want them to be needed by the nations for that or do we want them to be needed by the nation to be coal miners? That may seem like a corny way of putting it but it is a very real way of putting it because the fact is that the quality of life in the work place, to say nothing about how we are living and what our lakes are going to be like, is going to be massively influenced by the energy matrix choices that we make over the next few years. And if we think that is trivial, then, I think we probably have never been down in a coal mine.

And I say that, gentlemen, because another way of putting this way is that I think the United States is making some massive errors in their energy planning and I hope we in Canada do not just simply willy-nilly follow them.

The next thing then is—and I will go back very quickly to this—because of time I am only going to talk about generation and utilization. I remind you, again, that one of the limitations

[*Translation*]

Ce qui est intéressant, toutefois, et qui nous préoccupe, ce sont ces transactions énergétiques, pas autant les sources d'énergie en soi que la façon dont on les exploite. On peut d'ailleurs s'amuser à les examiner toutes. Autrement dit, on peut considérer la source d'énergie, le combustible fossile puis l'électricité qu'on en tire, sa distribution et son utilisation. A noter qu'on peut toujours l'utiliser de deux façons. En premier lieu, on peut l'utiliser directement pour fabriquer quelque chose, pour faire fonctionner une voiture, un avion, pour extraire un métal, etc. On peut aussi l'utiliser pour fabriquer une autre forme d'énergie, comme c'est le cas dans la transformation du pétrole. J'ai d'ailleurs illustré ce point dans mon bref mémoire où il est question du pétrole transformé en électricité. Me comprenez-vous? Si oui, vous pouvez voir que l'électricité peut servir à fabriquer de l'hydrogène, lequel à son tour peut-être le point de départ d'un autre cycle. Il ne fait pas de doute qu'on peut soulever beaucoup de choses là-dessus, mais j'y reviendrai plus tard.

Vous avez dû remarquer que mon titre s'accompagnait des termes suivants: économie, environnement, population, sécurité et qualité de la vie. Si j'ai ajouté ces mots, c'est que lorsqu'on choisi une forme ou un système d'énergie, il faut tenir compte de ses répercussions éventuelles sur toutes les réalités ainsi désignées. En effet, il n'est pas seulement question du fonctionnement d'une voiture ou d'un avion, mais de systèmes et du modèle énergétique fondé sur une forme d'énergie répandue.

C'est l'évidence même. Mais j'aimerais m'arrêter quand même à la qualité de la vie, particulièrement la qualité de la vie au travail. Mes propos paraîtront peut-être excessifs, mais j'ai le sentiment que l'un des avantages du recours à l'hydrogène comme source énergétique est justement la qualité de la vie au travail.

J'aimerais présenter la question de la façon suivante: Désirons-nous que les Canadiens travaillent dans les secteurs à haute technologie, dans le domaine de l'électrolyse et de l'hydrogène, par exemple, c'est-à-dire qu'ils soient physiciens, techniciens, etc. Ou alors qu'ils soient des mineurs de fond dans les mines de charbon? Je présente peut-être la chose d'une façon simpliste et sentimentale, mais tout de même très réaliste. En effet, notre option énergétique influera considérablement sur la qualité de la vie au travail ainsi, sur la qualité de la vie en général, sur nos lacs, etc. Ainsi, nous nous imaginons qu'il ne s'agit pas d'un problème important, probablement parce que nous ne sommes jamais descendus au fond d'une mine de charbon.

Il y a une autre raison pour laquelle je présente ainsi la question. Aux États-Unis, on a commis des erreurs de planification considérables, et j'espère que le Canada ne se contentera pas de leur emboîter le pas.

Je reviendrai brièvement là-dessus mais étant donné le temps qui me reste, je vais me contenter de la production d'énergie et de son utilisation. Je vous rappelle que l'une des

[*Texte*]

with electricity is that that block is out, the storage block is out.

So I go then to generation and I say simply say the following. Under generation, right now, 99 per cent of our hydrogen comes from fossil sources, typically stripping natural gas or whatever, but some comes from steam reforming. In the incipient ear, that is this 1 per cent era, I would say that hydraulic and nuclear, and particularly these two—it depends upon the region of the country whether it is hydraulic or nuclear—will go into electricity and, hence, into electrolysis and there will still be very, very large quantities of hydrogen from fossil resource by definition. Ultimately that is, in the electrical hydrogen age, it will be fission, fusion, solar, winds, the geothermos, all those new things which are coming on which will go either through electrolysis or the direct thermal splitting of water. One of the attractions of fusion—I keep mixing up fission and fusion—the hope for the future which is fusion, is an immense high-temperature resource. We really will not need that to make electricity but it will be a very, very attractive source for splitting water due to high temperature and making hydrogen. Not only that, the economics are coming out that those installations have to be absolutely massive; I think 10,000 megawatts. That means that you just do not dump down a fusion station and spread electricity to the little local town. It means that you have a national energy resource which really has to be distributed almost over the nation and that again leads to hydrogen, because you can ship it the way we ship natural gas through pipelines, et cetera, where you can see the difficulties in transporting electricity.

• 1615

In utilization—I have depicted to utilization to sort of cover the range of things. First of all, there is the power generation, stationary and transportation, both in heat engines and these fuel cells which, as I say, there is not time to talk about it except to say that that is a direct energy-conversion device. I simplistically say the following: a fuel cell works or looks simplistically, let us say, like a battery; simplistically but correctly as well and you feed it hydrogen, you feed it oxygen and out comes electricity and, then, you use the electricity to run your car or whatever. But the important thing, that I have already answered, is that the energy conversion efficiency on that is absolutely astounding compared to the internal combustion engine.

Metallurgical reduction right now is typically done by carbon, on iron ore, you use carbon, you dump out CO_2 and a lot of other messy things and you get iron out. Here you have iron ore plus hydrogen and you get exactly the same result. That is, you reduce your iron or down to iron but the waste product is water.

In agriculture and I am sure this committee is aware of it—the tie between energy and agriculture is outstanding. I only mention one, here, and that is that we do need massive quantities of fertilizer and much of it is made from ammonia

[*Traduction*]

limites de l'énergie électrique, c'est qu'elle est impossible à stocker.

J'en arrive maintenant à la production. A cet égard, 99 p. 100 de notre hydrogène provient de combustibles fossiles, comme le gaz naturel décomposé, on en produit un peu à l'aide de la vapeur. A l'avènement de l'hydrogène, une fois qu'on aura franchi ce seuil de 1 p. 100, c'est principalement à l'énergie hydraulique et au nucléaire qu'on aura recours pour obtenir de l'électricité qui permettra à son tour de produire de l'électrolyse. La dépendance de l'une ou de l'autre source variera selon la région. Il reste d'énormes quantités d'hydrogène extrait des combustibles fossiles. Ainsi, lorsque nous aurons atteint cette ère de l'hydrogène tirée de l'électricité, toutes ces nouvelles formes, la fission, la fusion, l'énergie solaire, l'énergie éolienne et géothermique, seront obtenues par électrolyse ou par dissociation thermique directe de l'eau. L'un des attraits de la fusion est qu'elle permet d'atteindre de très hautes températures. Nous n'en avons pas vraiment besoin pour produire de l'électricité, mais elle sera très utile lorsqu'il s'agira d'électrolyser l'eau à haute température pour obtenir de l'hydrogène. En outre, d'après les paramètres économiques, il faudra que de telles installations aient des charges considérables, de 10,000 mégawatts je crois. Cela signifie qu'on ne se contente pas de construire une centrale de fusion pour alimenter une petite ville en électricité. Cela signifie qu'on obtient une ressource énergétique d'envergure nationale et qu'on doit répartir presque partout au pays, ce qui nous mène encore à la production d'hydrogène. En effet, ce gaz peut s'expédier de la même façon que le gaz naturel, dans un pipe-line, etc, alors que vous pouvez imaginer les difficultés que représente la transmission de l'électricité.

Je parlais de l'utilisation de cette source en général. Maintenant, j'aimerais aborder la question de la production d'énergie, à la fois celle qui doit être utilisée sur place et celle qui doit être transportée, à l'aide de moteurs thermiques ou de piles à combustible, qui constituent un moyen de conversion directe de l'énergie. Je n'ai pas le temps de m'étendre. Disons qu'une pile à combustible fonctionne assez simplement, un peu comme une pile ordinaire. On l'alimente en hydrogène et en oxygène et cela produit de l'électricité, qu'on utilise ensuite pour faire fonctionner une voiture ou autre chose. Ce qu'il faut toutefois retenir à cet égard c'est que l'efficacité de ce procédé, sous l'aspect de la conversion énergétique, est absolument phénoménale par rapport à celle du moteur à combustion interne.

Par ailleurs, l'extraction des métaux de leur minérai, à l'heure actuelle, s'effectue au moyen de carbone. Ainsi, pour ce qui est du minérai de fer, on se sert du carbone, on se débarasse du CO_2 et de beaucoup d'autres déchets puis on obtient le fer. Or, on obtient un résultat tout à fait identique en combinant le minérai de fer et l'hydrogène. Cela veut dire qu'on obtient bien le fer, mais que le déchet produit dans ce cas est de l'eau.

J'aimerais maintenant parler des applications de ce processus à l'agriculture, car je suis certain que ce Comité n'ignore pas le lien primordial existant entre l'énergie et l'exploitation de nos ressources agricoles. Je vais me contenter de mention-

[*Text*]

and you need hydrogen for that. So you can see how big this technology—we are doing it right now, of course, but we are stripping the natural gas so that we can get that hydrogen.

As to manufacturing, it is almost obvious, you have got the chemicals, the electronics, you make glass and space heating, it is almost obvious. One little final thing I maybe should say on space heaters. When we use a fuel, nowadays, to space heat, we burn it in a furnace and at least 20 per cent of that energy goes out the stack and you cannot possibly exhaust that in your home and that is why you have a stack. But with hydrogen, because the waste product is water, you can literally exhaust it directly in your home. You could burn it in electric heaters in each room, besides the fact that you need the humidity in the winter time. So you can see that a lot of those are starting to come in. Am I still talking too rapidly?

The Chairman: A little bit, yes.

Mr. Rose: Just to slow you down a little bit. Would you like to elaborate on that fuel cell: are they in existence, now?

Professor Scott: Yes.

Mr. Rose: How widespread is their use?

Professor Scott: Fuel cells. I am going to say a couple of things and, then, if you ask me a question after, I will go into it more deeply because there are interesting things between the United States and Canada. Fuel cells have gone to the moon. That is the way mankind sort of went to the moon, not to be pushed there but to have the electronic apparatuses working with them. The energy conversion efficiency of the fuel cells with respect to the moon were about 67 per cent efficient, again compared to an engine in your car which let us say has 15 per cent efficiency. One of the reasons for using fuel cells was not just to generate electricity but to be a source of drinking water for the astronauts because the waste product again came out of hydrogen and oxygen and it was absolutely pure water, so that is a technology which worked extremely well and had the synergism of the water. It was very, very expensive because you do not care what it costs and they were loaded with platinum. The new fuel cells that are coming on in the United States are being developed really to burn coal and you keep changing the coal by a reforming process down to something which approximates hydrogen but does not get there and there is a 4.8 megawatt fuel-cell station being put in Manhattan which is to start any day now. It is the only station that has been approved for Manhattan for many, many years for the simple environmental reasons and I am sure you can understand. There is another fuel-cell station of the same magnitude being approved for California Edison and there is one, as you can imagine, being sold to Tokyo Electric Company.

[*Translation*]

ner que dans ce domaine, on a besoin de quantités énormes d'engrais dont une bonne partie est fabriquée à partir d'ammoniaque. Or, il faut de l'hydrogène pour y arriver. Vous voyez donc quelles sont les possibilités de cette technologie. Evidemment, à l'heure actuelle, nous produisons de l'hydrogène, mais à partir du gaz naturel.

Pour ce qui est des applications possibles du procédé dans le domaine de la fabrication, il est à peu près certain qu'il peut donner des produits chimiques, des produits électroniques, qu'il peut aussi contribuer à la fabrication du verre et servir au chauffage. Une dernière précision au sujet du chauffage. De nos jours, lorsque nous utilisons un combustible pour réchauffer une pièce ou une maison, nous le brûlons dans une chaudière où au moins 20 p. 100 de l'énergie dégagée s'échappe par la cheminée et non dans la pièce. Toutefois, lorsqu'on utilise de l'hydrogène, étant donné que le sous-produit du processus est de l'eau, on peut s'en servir directement à domicile. Cette eau peut circuler dans chaque chambre au moyen de radiateurs électriques et elle peut servir à maintenir l'humidité en hiver. Il y a d'ailleurs beaucoup de projets semblables qui commencent à faire leur apparition. Est-ce que je parle encore trop vite?

Le président: Oui, un peu.

M. Rose: Pour vous faire ralentir un peu, je vais vous demander de développer un peu cette question de la pile à combustible. En existe-t-il à l'heure actuelle?

M. Scott: Oui.

M. Rose: Leur usage est-il répandu?

M. Scott: Je vais dire quelques mots sur ces piles, puis si vous me posez une question, je développerai davantage le sujet, car il existe des liens intéressants à cet égard entre les États-Unis et le Canada. Les piles à combustible se sont rendues sur la lune, c'est de cette façon-là que l'homme a pu poser le pied sur cette planète, c'est-à-dire que les piles ont servies dans des appareils électroniques épaulant le travail de l'homme pendant cette aventure. Le taux d'efficacité en conversion énergétique de ces piles à combustible lunaires était d'environ 67 p. 100 par rapport à un taux de 15 p. 100 dans un moteur conventionnel de voiture. On n'a pas utilisé ces piles uniquement pour produire de l'électricité, mais aussi pour avoir des réserves d'eau potable pour les astronautes puisque le sous-produit de la réaction mettant en présence l'hydrogène et l'oxygène était de l'eau tout à fait pure. Cette technologie a donc extrêmement bien fonctionné, à la fois comme source d'électricité et réserve d'eau. Cela a coûté extrêmement cher, car on ne s'est pas soucié des coûts et on a chargé les piles au platine. Quant aux nouvelles piles à combustible produites aux États-Unis à l'heure actuelle, elles sont conçues pour brûler du charbon. On transforme ainsi le charbon au moyen d'un processus qui en extrait un gaz se rapporchant de l'hydrogène sans en être. D'ailleurs, une centrale de 4.8 mégawatts fonctionnant aux piles à combustible est en voie d'achèvement à Manhattan et elle doit commencer à fonctionner d'un jour à l'autre. C'est la seule centrale qui a été approuvée à Manhattan depuis bon nombre d'années pour des raisons écologiques assez simples que vous comprendrez certainement. De plus, on est en train d'approuver une autre centrale à piles à combustible de la

[*Texte*]

Again, I would like to talk more about it but it gives you a feeling for the state of the art. Those fuel cells, by the way, of 4.8 megawatts, are about double what you need for a locomotive.

• 1620

Remember that curve where I had hydrogen utilization directly, that is to generate power to the four metallurgical ores or whatever, but there is another one which was to make a new energy currency and I think this is very important, that is to use hydrogen to manufacture liquid hydrocarbons. Much is being talked, now, about methanol and methanol will be an important transitionary fuel.

When we talk about making methanol from coal or from biomass, it is the same thing, the hydrogen-carbon ratio is approximately the same, but I note the following, that if you take a tree, to give you a number on this ... if you want to make 1,000 tons of methanol, a day, from biomass, then you start with 2,300 tons of tree and you get out 1,000 tons of methanol.

The problem with what you have done is that when you put the tree, or for that matter, the coal, through the reforming process, what you get is two molecules of CO and one molecule of hydrogen, and you can see that you want it the other way around, and so what we really do, then, in conventional techniques is that you keep throwing out carbon until you get down to the right ratio of hydrogen and carbon. That is why you start with the 2,300 tons of tree and reduce that to 1,000 tons of methanol, but you can see, interestingly enough, and I have drawn it this way by all these colours, this can come from the tree or coal and this then can come from an indigenous source of falling water or whatever—do you see what I mean—to make the hydrogen, and you add this hydrogen, here, and, then, you get your methanol and the ratios then are quite astounding. Then you change from 2,300 tons of tree to 900 tons of tree, with 110 tons of hydrogen to yield 1,000 tons of methanol. That is what is called the prudent use of carbon.

Again, if we are really looking for the world's energy future, we cannot overemphasize the importance of prudently using carbon, because that is going to be essential to our environmental impact. Right now we are using about three times as much carbon as we need to use when we look at these particular numbers.

I notice another thing on this. It just shows you that these problems are going to get worse.

If you think of how we have liked using fuels: we started with low hydrogen-carbon ratios and we are moving to higher and higher hydrogen-carbon ratios. I think of my dad talking about Titanics and that sort of thing and we see movies with them shovelling coal. That is what the world ran on, back then, coal, which was very high in carbon and low in hydrogen. We

[*Traduction*]

même envergure, construite cette fois par la California Edison, et on en vend une à la compagnie d'électricité de Tokyo.

J'aimerais m'arrêter un peu plus longuement là-dessus, mais ce que je vous ai déjà dit vous donne une idée de l'état actuel des choses. En passant, ces piles à combustible de 4.8 mégawatts correspondent à peu près au double de ce qui est nécessaire pour faire fonctionner une locomotive.

Si vous vous souvenez de la courbe indiquant l'utilisation directe de l'hydrogène, elle montrait comment ce gaz produit de l'énergie servant à séparer les quatre minerais métalliques. Toutefois, la courbe comporte une autre utilisation servant à créer une autre forme d'énergie, qui me paraît être très importante puisqu'il s'agit des hydrocarbures liquides. Vous n'ignorez pas qu'à l'heure actuelle on parle beaucoup du méthanol et de l'éthanol comme combustibles importants pendant une période de transition.

Pour ce qui est de la fabrication du méthanol à partir du charbon ou de la biomasse, le rapport hydrogène-carbone est à peu près le même dans les deux cas. Toutefois, si l'on veut fabriquer 1,000 tonnes de méthanol par jour à partir de la biomasse, il faut dès le départ disposer de 2,300 tonnes de bois, c'est-à-dire d'arbres.

Le problème, cependant, est que lorsque l'arbre ou le charbon passent par le processus de synthèse, on obtient deux mollécules de carbone et une mollécule d'hydrogène, alors que c'est le contraire qu'on désire obtenir. Par conséquent, lorsqu'on a recours à des techniques conventionnelles, on élimine le carbone jusqu'à ce qu'on atteigne le rapport nécessaire entre l'hydrogène et le carbone. C'est pour cela qu'il faut commencer par avoir 2,300 tonnes de bois qu'on réduira ensuite à 1,000 tonnes de méthanol. Vous remarquerez cependant toutes ces couleurs sur le tableau qui indiquent que ce qui est nécessaire à la fabrication de l'hydrogène peut provenir d'un arbre, du charbon ou de l'énergie hydro-électrique locale. Une fois cet hydrogène obtenu, vous en tirez du méthanol et les rapports à ce sujet sont tout à fait étonnants. Par ailleurs, lorsqu'on utilise 110 tonnes d'hydrogène, on peut passer de 2,300 tonnes de bois à 900 tonnes pour produire les 1,000 tonnes de méthanol. C'est ce qui s'appelle faire un usage prudent du carbone.

Je répète que si nous nous soucions vraiment de l'avenir énergétique du monde, nous ne pouvons trop insister sur une utilisation prudente du carbone, car c'est essentiel pour la protection de notre environnement. A l'heure actuelle, nous utilisons environ trois fois plus de carbone qu'il est nécessaire, d'après les chiffres consultés.

A ce sujet, je remarque aussi que ces problèmes vont empirer.

Si l'on revoit la façon dont nous avons utilisé les combustibles, nous avons commencé par ceux qui avaient un rapport hydrogène-carbone très faible, puis nous avons passé à ceux comportant un rapport de plus en plus élevé. Je me souviens de mon père qui me parlait du *Titanic* et d'autres événements semblables. Dans les films les illustrant, on montre bien des

[*Text*]

then went to the Bunkerc's we then went to diesel fuel, we then went to gasoline. Now natural gas has really penetrated.

You can see the trend, then, in society's needs is to higher and higher hydrogen-carbon ratios, but ask yourself what is left, what are the dregs of the hydro-carbon barrel. We have largely used up our sweet oils, or at least that again is what is thought of as the crisis. We are going through sweet oils to the heavy oils to the tarsands to the coal. You can see the trend in what is left is to high hydrogen-carbon ratios and what we want is the other way, and that means that, if we use it just by using those fossil fuels, we will throw out more and more carbon and we will need more and more of those dirty things and we will pollute the environment with them. You can see, then, that the argument becomes stronger and stronger, to supplement those high, carbon fuels with hydrogen from these alternate sources that are coming on.

This comes to this concept which is just a restatement of what I just said before, that is, on the production side, that is energy-source synergy. I go back to the business of rather than looking to the good sides of things, to look to the wrong sides of things and I ask: what is the generic limitation of hydrocarbons? And that is hydrogen deficiency, and we have just described why, whether it is biomass or coal or whatever, we are low in hydrogen. Moreover, I note that that is going to get worse, with time, for just the reasons that I have talked about. We have depleted the light hydrocarbons and there is less and less of other things to take up the gap.

Similarly now, if I go to now-hydrocarbon sources, the generic limitation is demand-supply mismatch. Think about it. Nuclear power stations like to run flat, not follow loads. The tide is scheduled by the moon and the sun, if we choose to use it in the Bay of Fundy, not by suppertime and the sun shines, rarely, in Toronto, but when it is... you know what I am trying to say, is that it does not necessarily match with the... the wind blows when the wind chooses to blow, on and on and on it goes, so what I am really saying is that those sources are available on their own time schedule and they may not be convenient to ours. And you can see that that is going to get worse, with time, because they will just take a larger and larger section of the market and we will have less of the other things to take up the slack.

Then you can see that hydrogen rides majestically in from the wings because in this case all it does is provide synergy, it allows you to produce something with those sources when they are available, at the time they are available, which is hydrogen. And you use it to extend your fossil reserves.

[*Translation*]

hommes en train de pelleter du charbon et c'est bien ce charbon qui faisait fonctionner le monde à l'époque, ce combustible qui avait une teneur en carbone très élevée et une faible teneur en hydrogène. Ensuite, nous sommes passés au pétrole brut, puis au combustible diesel, puis à l'essence. De nos jours, le gaz naturel s'est beaucoup répandu.

On remarque donc que la tendance dans notre société est d'opter pour les combustibles dont le rapport hydrogène-carbone est de plus en plus élevé. Toutefois, si l'on se demande ce qui reste, ce qu'il y a au fond du baril des hydrocarbures, on ne sait que répondre. Nous avons presque épuisé les pétroles légers, et c'est bien ce qu'on nous présente comme la crise. Par conséquent, des pétroles légers nous passons aux pétroles plus lourds, comme ceux qu'on extrait des sables bitumineux, et à la houille. Or, dans les combustibles qui restent, on observe un rapport hydrogène-carbone très élevé, et nous voulons un rapport inverse. Par conséquent, si nous nous contentons d'utiliser ce combustible fossile, nous rejetterons de plus en plus de carbone tout en ayant de plus en plus besoin de ces combustibles polluants qui nuiront à l'environnement. Vous devez donc saisir l'importance croissante qu'il y a d'utiliser en plus de ces combustibles fossiles à forte concentration en carbone, de l'hydrogène provenant des nouvelles sources d'énergie qui commencent à faire leur apparition.

Cela me ramène à une idée que j'ai déjà évoquée plus tôt, la production synergétique. Je reviens à des considérations négatives plus que positives et me demande quelles sont les limites des hydrocarbures. La réponse, c'est la carence d'hydrogène dont nous venons de donner les raisons. De toute manière, nous manquons d'hydrogène, que nous utilisions la biomasse, la houille ou toute autre source d'énergie. En outre, je note que les choses ont empiré pour les raisons que je viens de donner, c'est-à-dire que nous avons épuisé les hydrocarbures légers et qu'il nous reste de moins en moins de possibilités de remplacement.

De même, je peux citer une autre limite des hydrocarbures: il n'y a pas de compatibilité entre la demande et les approvisionnements. Arrêtons-nous pour y penser. Les centrales nucléaires veulent tourner à un régime régulier et non en fonction de demandes de pointe. Or, les marées obéissent au rythme lunaire et au soleil; et si nous choisissons d'utiliser l'énergie marémotrice dans la baie de Fundy, elle n'obéira pas à nos besoins à l'heure du dîner. Le soleil brille rarement à Toronto mais... je crois que vous voyez où je veux en venir, le vent souffle quand il veut, etc., ces sources d'énergie ne se conforment pas nécessairement à nos besoins. Elles ont leur propre calendrier qui ne convient peut-être pas au nôtre. Cependant, vous comprendrez que les choses vont empirer étant donné qu'une part de plus en plus importante du marché sera alimentée par ces nouvelles sources et qu'il y aura de moins en moins de sources traditionnelles pour suppléer au manque.

C'est alors qu'on entrevoit l'hydrogène faisant une entrée en scène majestueuse; il s'agit d'une source synergétique, c'est-à-dire qu'elle permet de tirer autre chose des autres formes d'énergie disponibles. Et cet hydrogène sert à accroître la durée des réserves de combustibles fossiles.

[*Texte*]

• 1625

In that case, you are not using hydrogen, like the Toronto *Star* likes to say, in your car, et cetera. But what you are doing is using hydrogen to get the non-hydrocarbon sources, that are beginning to come on and to become more and more important, to get them to spin out your reserves, to extend your reserves of the fossil fuels that you have left.

Now, the last thing that I would say, the last concept that I want to leave you with, is these technological gaps, because I do not think they are where most people think. I am back to this chart. This one did not reproduce very well because the colours all came through as dull grey, I think.

But what I am saying is this: a lot of people think that our problem is with generation. The interesting thing is that I do not think it is. Most of our generation capabilities are in excellent shape because 80 per cent of the cost of hydrogen, as a round figure, is the cost of electricity and the capabilities in Canada, from one end of the country to the other, changing technologies throughout it, but from one end of the country to the other, are among the world's finest. So we are in really excellent shape for that.

20 per cent of it is in electrolysis but, again, I have mentioned that we have got one of the most successful electrolysis firms in the world in Canada. So I have classified that as some place between "adequate" and "needs development" in this slot.

These I call as "needing development" but remember what domain they are in; the delivery and storage is in the domain of the gas-handling industries, okay? You can expect TransCanada Pipelines to come on, Consumers Gas, and do largely what they have already done with natural gas. And it is interesting to go back in time to realize how they have come to natural gas because they were distributing town gas and coal gas before and that was 50 per cent hydrogen. So, in a sense, it is moving from 50 per cent hydrogen up to pure methane and, then, back into what will be pure hydrogen, if you look to the future.

So all of those technologies are sort of modifiable but they do need development.

Then you look here in utilization. And I have put this as "adequate". Half of it is adequate because that is the making of synthetic fuels, et cetera, by hydrogen. Shell Canada, for example, has a hydro-reforming refinery, outside Montreal, where they strip natural gas for the hydrogen and use that in the sense of spinning out their hydrocarbon reserves. Clearly, that industry does not care where its hydrogen comes from so, in that sense, you can simply substitute, if you wished, hydrogen from these other sources. It may not be economical, now, but you can do it.

I have put "this needs development" in here because that is the current, in thing to think about biomass. I guess, if biomass is going to work at all, I would plead rationally for the extension of that resource—for almost a factor of 2.5 and for

[*Traduction*]

Dans ce cas, on ne se sert pas d'hydrogène dans sa voiture, etc., comme le Toronto *Star* se plaît à l'affirmer. Ce qu'on fait plutôt, c'est utiliser l'hydrogène afin que les sources énergétiques, autres que les hydrocarbures, prennent de plus en plus d'importance, qu'elles allongent la durée des réserves en combustible fossile qui nous restent.

La dernière chose que je veux aborder est la question de l'écart des technologies, car la réalité est différente de l'idée que la plupart des gens s'en font. Je reviens au graphique portant là-dessus, il s'agit de celui qui n'est pas très clair, car ses couleurs sont plutôt ternes.

A ce sujet, beaucoup de gens estiment que c'est l'aspect de la production qui fait problème. Or, ce n'est pas mon avis. La plupart de nos installations de production sont excellentes, étant donné que l'électricité compte pour 80 p. 100 du prix de l'hydrogène, et nos centrales électriques, d'un bout à l'autre du pays, en dépit de l'évolution technologique, sont parmi les meilleures du monde. Par conséquent, à cet égard, nous sommes en excellente position.

Vingt p. 100 de l'hydrogène est produit par électrolyse, mais j'ai déjà précisé que nous sommes dotés de l'une des meilleures entreprises électroniques du monde. Par conséquent, sur le graphique, j'ai indiqué que cet aspect se trouvait entre la position «suffisant» et «doit être développé davantage».

Ces installations ont besoin d'être développées, mais il faut se rappeler à quelles activités elles sont rattachées; la distribution et le stockage relèvent de l'industrie gazière. On peut donc s'attendre à ce que la TransCanada Pipelines et la Consumers Gas répètent à peu près la même chose que ce qu'elles ont fait avec le gaz naturel. Il est d'ailleurs intéressant de voir comment ces entreprises en sont arrivées à s'occuper du gaz naturel: parce qu'elles s'occupaient de la distribution du gaz de ville et du gaz d'éclairage, constitués à 50 p. 100 d'hydrogène. Elles ont donc progressé de 50 p. 100 d'hydrogène jusqu'au méthane pur, puis elles retourneront à l'hydrogène pur.

Ces technologies sont donc quelque peu modifiables et elles ont, de toute façon, besoin d'évoluer.

Nous passons maintenant à l'utilisation de l'hydrogène. J'ai indiqué qu'elle était suffisante. Dans 50 p. 100 des cas, elle est effectivement suffisante, car on s'en sert pour fabriquer des combustibles synthétiques, etc. Ainsi, par exemple, la compagnie Shell Canada dispose d'une raffinerie d'hydro-synthèse à l'extérieur de Montréal où on dissocie le gaz naturel pour en faire de l'hydrogène, lequel servira à prolonger l'utilisation des réserves d'hydrocarbures. Il est clair que cette industrie ne se soucie pas de la provenance de son hydrogène; par conséquent, on a simplement à substituer à celui qu'elle utilise à l'heure actuelle, celui qu'on peut tirer des autres sources. A l'heure actuelle, le processus n'est peut-être pas économique, mais il est faisable.

J'ai indiqué «a besoin d'être développé» ici parce que c'est la mode de penser cela à propos de la biomasse. Évidemment, si l'on veut que cette source d'énergie fonctionne un tant soit peu, il est logique qu'on demande d'augmenter cette ressource d'un

[*Text*]

the use of carbon and it will require no more technological demands. So I am just matching that technology with the biomass technology.

Then, of course, you can see, in here, we use hydrogen, now, in many ways, to make float glasses and these things, and obviously that is in excellent shape. The pure hydrogen that comes from water electrolysis is a better quality product than the other, anyway, more adequate.

Then I have a big area, here, which is red, and that is critical. That is because—I must say the following: hydrogen is a very, very unique fuel. It has astounding advantages, chemically and with this funny word "negentropy" and so forth, but it also has some disadvantages. One of them is storage; and it has a severe disadvantage of storage. The only way, in other words, that you can use hydrogen, in my view, in the transportation sector, is that you beat the storage, in part, by using the thermodynamic and chemical advantages that go with these astoundingly high efficiencies, like fuel cells, in railways or whatever. Can you see what I mean? And you can really make gains there.

Part of the problem with the *Toronto Star* article, as I said—and I still say God bless the *Toronto Star* for letting people get a first brush at it. But they leave the implication that we can change our car over tomorrow. Well, we can change our car over tomorrow but I do not feel that that is very important because, what you are doing, then, is that you are taking a technology, which was developed for gasoline, and you are expecting, somehow, a highly unique and very different fuel to run on that technology developed for gasoline and do it better. It is as if you have a sumo wrestler and you say "please play basketball" instead of allowing him to be a sumo wrestler. It is maybe a corny analogy but you see what I am trying to get at.

We are at a point now with hydrogen where it does not have to do everything. We should target it at some very specific applications where its advantages are absolutely astounding. Okay, now remember what they are: it is environmentally benign compared to everything; it weighs one third; that is important; it has this chemical advantage that we talked about in the questions rather than fuel cells.

• 1630

I have a few, very quick final thoughts. There is something I have not touched on here, but I think it is important. I have tended to talk big technology; that is, large utilities, et cetera. I think there is a very real technological need for what I would call small, low cost, correspondingly low-efficiency electrolysis units. I am stunned, happily surprised, by the number of farmers, for example, or people who frankly call me from British Columbia who have water-lots with falls coming down, asking if they could put an electrolysis unit in there to generate hydrogen and run their tractors on it. Now sadly, I have to say I wish they could. In principle you can, but technology is not

[*Translation*]

facteur d'environ 2.5 afin qu'on se serve du carbone, ce qui n'exigera pas d'autres développements technologiques. Je ne fais donc qu'accorder cette technologie avec celle de la biomasse.

Ensuite, vous remarquez ici que nous utilisons l'hydrogène dans la fabrication du verre flotté et de produits semblables, et que cela donne d'excellents résultats. De toute façon, l'hydrogène pur résultant de l'électrolyse de l'eau est de meilleure qualité que l'autre, et il convient davantage aux usages qu'on en fait.

Vous voyez maintenant cette région indiquée en rouge et qui illustre une situation critique. Cela tient au fait que l'hydrogène est un combustible tout à fait unique. Il comporte des avantages exceptionnels sur le plan chimique et du fait de sa «négentropie», pour utiliser ce terme bizarre, etc., mais il a aussi certains désavantages comme de sérieux problèmes sur le plan du stockage. Cela signifie, à mes yeux, que la seule façon de transporter l'hydrogène est de tirer parti des avantages thermodynamiques et chimiques se rattachant à des unités aussi efficaces que les piles à combustible dans le domaine des chemins de fer ou autres. M'avez-vous compris? C'est vraiment là qu'on peut obtenir des avantages intéressants.

Bien que je sois très reconnaissant au *Toronto Star* de renseigner les gens, l'article qui y a paru peut entraîner de fausses conclusions. Il laisse en effet supposer que nous pouvons changer de voiture du jour au lendemain. Eh bien, nous pouvons le faire du jour au lendemain, mais ce n'est pas ça qui est très important. En effet, lorsqu'on change, on s'attend à ce qu'un combustible très particulier et très différent donne le même rendement et même un meilleur rendement à sa voiture, malgré une technologie conçue pour le moteur à essence. C'est comme si on disait à un lutteur de sumo japonais de jouer au basket-ball plutôt que de le laisser pratiquer le sumo. La comparaison est peut-être boîteuse, mais vous comprenez probablement le sens de mes propos.

A l'heure actuelle, il n'est pas nécessaire de tout faire fonctionner à l'hydrogène. Nous devrions nous limiter à l'utilisation dans des cas très précis où ses avantages sont absolument extraordinaires. Il convient donc de vous les rappeler. L'hydrogène a des effets bénins sur l'environnement si on le compare à n'importe quoi d'autre, il ne pèse qu'un tiers des autres gaz, ce qui est important. Il comporte l'avantage chimique que nous avons mentionné par rapport aux piles à combustible.

Très rapidement maintenant, quelques observations finales. J'ai surtout parlé des grandes technologies, celles utilisées par les services publics, etc. Or, je pense qu'il existe un réel besoin technologique pour ce qui est d'obtenir des petites unités d'électrolyse, des unités à faible coût et faible efficacité. La raison pour laquelle je mentionne ce nouveau sujet est la suivante. J'ai été agréablement surpris par le nombre d'agriculteurs, par exemple, ou d'autres qui me téléphonent, même de Colombie-Britannique, pour me dire qu'ils ont des cascades sur leur terrain et me demande s'il y a moyen d'installer une unité d'électrolyse pour produire de l'hydrogène qui servira à

[*Texte*]

ready to do that yet, partially because the technology is targeted with the big applications, with utilities et cetera.

I really think there is a small consumer sector there which is very important where you have retrofit technology so that you can change the tractor, for example, to run on the hydrogen and that sort of thing. I think some of the resistance to new fuels, for example, has been antibig-business, antibig-government and antibig-science, and I think there was a mistake there and that is a valid criticism. I am hoping that hydrogen does not make the same mistake; it is particularly suitable to the small applications as well as to bigger ones.

Now, I was going to show a series of curves on penetration, but I am going to skip all of that.

I leave you with one last one. There is not really time to explain it fairly. These curves come from the International Institute of Applied Systems Analysis. They show energy sources. You can see wood going down, coal peaking, oil coming up and having peaked, natural gas having its really quite brilliant short-term future; nuclear or whatever—the scatter here is the uncertainty coming on—and then solar and winds and other things that we will package in there. But I see the following: We are now with hydrogen at about the same position that we were at the turn of the century with electricity. That is the position I find I am in here today, and that is. How do you talk at the turn of the century about the impact that electricity is going to have on our community? It is a very, very difficult thing to do and it is very difficult for me today to talk about the impact that hydrogen is going to have on the community, but it is going to be analogous and it is going to be immense.

Now you can see that electricity came on at about the utrn of the century and electricity as an energy currency—and here is where the concept of a currency is so important—is going to be with us as long as civilization exists. There will be sources come and go and we do not know what is going to win out in the future, whether it is nuclear or solar or fusion or what, but all of those sources are going to have to be changed into currencies. Electricity is with us forever. Hydrogen is going to come on in a fairly major way at about the year 2000; in some jurisdictions before that, and it will be with us forever. Now I put this in part because you can see what is happening to oil, and Canada in fact is dropping off faster in oil, at least Ontario is. I am not sure about the rest of Canada . . .

Mr. McCauley: There is a difference.

[*Traduction*]

faire fonctionner leur tracteur. J'aimerais pouvoir leur répondre que c'est possible, mais malheureusement ce n'est pas le cas. On peut concevoir cela, mais la technologie n'est pas encore au point, en partie parce qu'on la développe en fonction des besoins des grandes entreprises, des grands services publics, etc.

Je suis certain qu'il existe un important secteur correspondant aux petits consommateurs, où il y aurait moyen, par le truchement d'une technologie, d'adapter un moteur comme celui du tracteur afin qu'il fonctionne à l'hyrdogène. Je crois que la réticence à l'endroit des nouveaux combustibles tient à un mouvement anti grande-entreprise, anti-gouvernement envahissant et anti-sciences toutes puissantes. Je suis d'ailleurs d'avis que cela est fondé sur une critique valide de l'état des choses à l'heure actuelle. J'espère donc qu'on ne fera pas la même erreur lorsqu'on commencera à utiliser l'hydrogène, car il convient autant aux petits projets qu'aux grands.

J'allais maintenant montrer une série de courbes relatives à la pénétration du marché, mais je vais sauter par-dessus tout cela.

Je vais vous montrer un dernier graphique qui me prendrait trop de temps à expliquer. Les courbes y figurant proviennent de l'International Institute of Applied Systems Analysis. Elles indiquent les sources d'énergie. Vous pouvez donc remarquer le bois à la baisse, le charbon formant un sommet, le pétrole à la hausse et ayant déjà formé un sommet, le gaz naturel ayant de très intéressantes perspectives à court terme, le nucléaire puis le solaire et l'énergie éolienne et d'autres. La distribution éparpillée tient au fait que nous sommes à une période d'incertitude. Il y a toutefois autre chose: l'hydrogène se trouve à peu près au même point que celui où se trouvait l'électricité au début du siècle. C'est la position dans laquelle je me trouve aujourd'hui et, à ce sujet, comment peut-on parler des répercussions qu'aura l'électricité sur notre vie collective lorsqu'on se trouve au début du siècle? C'est une situation extrêmement difficile que celle dans laquelle je me trouve aujourd'hui lorsque je mentionne les effets qu'aura l'hydrogène sur notre collectivité. Toutefois, je crois qu'il y a un parallèle et que pour ce qui est de l'hydrogène les répercussions seront aussi immenses que celles de l'électricité.

Vous remarquez que l'énergie électrique a fait son apparition vers le début du siècle et qu'elle a servi à produire d'autres formes d'énergie. C'est ici que le concept prend toute son importance. Il durera aussi longtemps que notre civilisation. Par contre, certaines sources apparaîtront puis disparaîtront, et nous ne savons pas lesquelles l'emporteront à l'avenir, si ce sera le nucléaire, le solaire ou la fusion. Cependant, toutes ces sources devront être transformées. Pour revenir à ce que je disais tout à l'heure, l'électricité sera toujours avec nous. L'hydrogène commencera à prendre assez d'importance vers l'an 2000 ou avant dans certaines régions et, comme source d'énergie, lui aussi existera toujours. Si je tiens de tels propos, c'est en partie à cause de ce qui se passe dans le domaine du pétrole où le Canada est en perte de vitesse, enfin l'Ontario. Je ne suis pas tout à fait certain de ce qui se passe ailleurs au Canada.

M. McCauley: La situation est différente.

[*Text*]

Professor Scott: There sure is, you are right. It is just easier for me to get the Ontario data, that is all. Nuclear is coming on more rapidly again, at least in Ontario than in the rest of the world. But setting those things aside, I ask you to look at this. This is what is happening in the world. This is when we talk about oil self-sufficiency in Canada. Now, I think we have to go for that sort of self-sufficiency, but how long will we be self-sufficient, because oil will not be important by 2040? I am uneasy about our eggs being massively in that basket of oil, and I think what you have to do here is start to burn on hydrogen, and it will require trivial investment at this point, in order that you can really make use of these new sources that are coming on.

So you can see now that about 80 years later, in other words, this hydrogen is poised in the wings like electricity was at the turn of the century. I guess what I would say is that fusion, solar, geothermal, all those things have a kind of unknown future, but the point is that if any of them has a future, that force is hydrogen, and that is something which is not widely appreciated at all. Obviously, I guess, that is why I am here.

Lastly, I say the following: I think that the importance of hydrogen to me, at least, is that it can shed my fear of the future. I do not know about others, but I have literally wondered what the world was going to be like for my kids and their kids, because we talk about self-sufficiencies by the year 2000, but they are going to have to live beyond it. I think that is a little bit uneasy to all of us about what that is, and hydrogen all of a sudden shows me the way to, in fact, rather than a worse future, a very much brighter future. I think it will be a brighter twenty-first century. It will be brighter environmentally, economically and it will be a brighter quality of life. Gentlemen, it is going to happen. Canada is in an astounding position now to capitalize on it. The real question is: Are we going to try and capitalize on that? I guess that it what I would end with now. Thank you very much.

• 1635

The Chairman: Thank you, Professor Scott. A very interesting presentation. I know my colleagues will have a lot of questions. I have only one, and I may come back at the end if there is time. You say it is only a trivial amount for Canada to be in the picture by the year 2000 on hydrogen. What do you put a dollar figure on a trivial amount? What are you talking about in dollars?

Professor Scott: We talk then in percentages. In other words, what are we going to put into tar sands development for instance? Let me ask myself what we would be able to do with one-half a per cent of that in R and D. In that sense, I mean trivial. I mean millions of dollars, but I do not mean billions of dollars, is the point. In that sense, in our energy context that is a trivial amount of money, although in some senses it is immense.

Let me give you another feeling which is not trivial. What I have talked about is gaining the leadership which will allow us

[*Translation*]

M. Scott: Oui, vous avez raison. Il m'est tout simplement plus facile d'obtenir les données sur l'Ontario, c'est tout. L'énergie nucléaire évolue plus rapidement maintenant, tout au moins en Ontario par rapport aux autres pays. Cela mis à part, toutefois, je vous demande de bien étudier la situation présente. Par ailleurs, on parle d'autonomie pétrolière pour le Canada mais pour combien de temps puisque d'ici l'an 2040, le pétrole perdra de son importance. Je suis donc quelque peu préoccupé par le fait que nous mettions tous nos œufs dans le même panier, celui du pétrole. J'estime donc que ce qu'il faut faire, c'est commencer à fonctionner à l'hydrogène, ce qui exigera des investissements minimes à l'heure actuelle tout en permettant l'explication des nouvelles sources qui commencent à apparaître.

Quatre-vingts ans après l'apparition de l'électricité, voilà donc que l'hydrogène s'apprête à évoluer de la même façon. Si je peux résumer mes propos, l'énergie tirée de la fusion, l'énergie solaire, géothermique, toutes ces choses ont un avenir incertain mais si elles en ont un, ce sera grâce à l'hydrogène, et on ne se rend pas assez compte de cette réalité. Bien entendu, c'est du reste pour cette raison que j'ai comparu devant vous aujourd'hui.

Pour terminer, si l'hydrogène a autant d'importance pour moi, c'est qu'il élimine la crainte de l'avenir. Je ne connais pas les pensées des autres mais, pour ma part, je me suis souvent demandé ce que le monde allait devenir pour mes enfants et leurs enfants; nous parlons d'autosuffisance d'ici l'an 2000 mais il faudra bien vivre au-delà de cette date. Cette perspective nous met donc tous un peu mal à l'aise, alors que l'hydrogène me trace la voie à suivre vers un avenir bien plus intéressant que celui qu'on redoute. Après l'an 2000, il fera mieux vivre. Un siècle plus riche de perspectives sur le plan de l'environnement et de l'économie où la qualité de la vie sera réhaussée. Oui, c'est à cela que nous pouvons nous attendre et le Canada est aujourd'hui dans une poisition extrêmement privilégiée pour en profiter. Mais il s'agit de se demander si nous déploierons les efforts nécessaires dans ce sens, et c'est là-dessus que je terminerai. Je vous remercie.

Le président: Merci, M. Scott. Votre exposé était très intéressant. Je sais que mes collègues auront beaucoup de questions à poser; personnellement, je n'en ai qu'une, mais je verrai d'ici la fin de notre séance si j'ai le temps de vous la poser. Vous avez dit que si le Canada veut participer, d'ici l'an 2000, à l'exploitation de l'hydrogène, cela ne représenterait pas d'énormes sommes. A combien estimez-vous cette participation?

M. Scott: Parlons de pourcentage. Par exemple, combien allons-nous investir dans l'exploitation des sables bitumineux? Qu'allons-nous pouvoir faire avec 0.5 p. 100 d'investissements dans la recherche et le développement? Quant je parle de sommes minimes, je songe à des millions de dollars. C'est-à-dire une somme énorme, mais qui, si l'on tient compte de la situation énergétique de notre pays, ne représente pas grand chose.

J'ai dit qu'il nous fallait prendre l'initiative qui nous permettra en rentabilisant nos activités de nous maintenir après l'an

[*Texte*]

then just by commercial viability to keep up with it once we are through the year 2000. Once we are through the year 2000, and we do make this massive changeover which will probably take another 60 to 70 years to really do that completely, people have estimated that that cost will be on the order of four to six gross national products. So, it is an immense amount of money, but it now gives you another feeling: If that amount of money is going to be flowing into those energy technologies and getting the world ready to go indefinitely in a new form, think of the advantages to Canada to be one of the countries that did it first. I mean, to me it is just absolutely stunning.

The Chairman: The R and D, would it be $10 million, $100 million, $50 million, $150 million? Between now and 2000, your best guess.

Professor Scott: The R and D and. I put the last D on it, which is development, because that is the expensive one. Can I work at it another way to give you, sort of, how the logic comes to it? Let us go to fuel cells, which the Hon. Mr. Rose asked me about. It is interesting that the United States program is introducing fuel cells as a relatively environmentally benign way of using coal. Now, it turns out that the technology for a coal-derived fuel, because it is a dirty hydrogen, yields a fuel cell which is much less efficient than if you use clean hydrogen. Now, I talked about the 67 per cent efficiency that went to the moon. The efficiencies for the Manhattan Project are around 40 per cent—not really different than a major thermal generating plant right now. They are going to it because it is environmentally benign. They are going to it as a way to allow that the lay-out of the introduction of new non-fossil sources like falling water and nuclear, or whatever—because that is a way to allow them to penetrate with coal—they are spending in fiscal year 1978, $60 million a year. Now, that is to allow a penetration of coal. If they were clicking around to hydrogen and they were getting clean hydrogen, the technology would be much, much more important.

I have been down to the major producer on fuel cells in the United States and asked them about coming to Canada to develop fuel cells that could use clean hydrogen in the transportation sector of light locomotives, et cetera. He says we can do it right away. But he said, You are kidding yourself if you think that we do not know—that is in the United Technologies Corporation—that that is where the immense market is going to be. It is just that right now in the United States everybody has got their head down a coal mine. That is my quotation. So that is the only way they can fund a development which they know is going to come on.

Now I come to the Canadian context, where fuel cells could be enormously important to us for the reasons of undeveloped hydro-electric, CANDU in Ontario and all those things across the country, tides or whatever. Ask, what are we spending on fuel cells here? National Research Council asked me for a figure so that it could at least be put in the budget, and I said it would be insulting to put less than $500,000 a year down. I was told that that was inane, you could not possibly get

[*Traduction*]

2000. Passé ce cap et celui des 60 ou 70 années nécessaires à la reconversion massive à une autre forme d'énergie, on a estimé que cela nous coûterait, au total, l'équivalent de quatre à six produits nationaux bruts. C'est donc une énorme somme. Songeons bien, toutefois, qu'après avoir investi dans ces techniques nouvelles d'exploitation d'énergie et avoir permis au monde d'en profiter indéfiniment, le Canada pourra se dire qu'il a été l'un des premiers pays à effectuer la conversion et en retirer des avantages considérables. Ce qui, à mon avis, est absolument stupéfiant.

Le président: D'ici à l'an 2000, à combien estimeriez-vous les investissements en recherche et développement?

M. Scott: C'est le développement qui coûte cher et, si vous me le permettez, j'aimerais vous expliquer pourquoi. M. Rose m'a posé une question à propos des piles de combustible. Il est intéressant de constater que les États-Unis ont lancé un programme et prétendent que les piles de combustible permettent d'exploiter le charbon sans trop endommager l'environnement. Or, on constate que les techniques de mise au point d'un combustible dérivé du charbon—étant donné qu'il s'agit d'hydrogène polluant—donneraient une pile beaucoup moins efficace que l'hydrogène non polluant. J'ai évoqué la question du taux d'efficacité de 67 p. 100 qui nous a permis d'atteindre la lune. Pour le projet Manhattan, il est d'environ 40 p. 100, c'est-à-dire plus ou moins similaire à celui d'une grande centrale thermique actuelle. Étant donné son caractère peu nuisible à l'environnement, les Américains ont décidé de l'employer et aussi pour permettre l'introduction de nouvelles sources non fossiles comme l'eau de pluie et le nucléaire, et cela leur permettra d'ailleurs de faire une percée avec le charbon. Ils ont dépensé 60 millions de dollars pour l'exercice financier 1978. Si tout à coup, ils s'intéressaient à l'hydrogène et pouvaient en obtenir du non polluant, la technologie serait bien plus importante.

J'ai rendu visite à l'un des principaux producteurs de piles de combustible aux États-Unis pour lui demander s'il serait intéressé à venir au Canada pour fabriquer une pile utilisant l'hydrogène non polluant dans le domaine du transport par locomotives légères, etc. Il m'a répondu qu'il était prêt dès maintenant en ajoutant que je me leurrais si je m'imaginais qu'ils ignoraient que c'était la United Technologies Corporation qui représentait un immense marché. C'est qu'actuellement aux États-Unis, tout le monde est braqué sur les mines de charbon—mais c'est un avis personnel. C'est donc la seule manière dont les Américains puissent financer un secteur d'exploitation qu'ils savent riche de promesses.

Passons à présent au Canada: les piles à combustible pourraient jouer un rôle extrêmement important en nous permettant d'exploiter les ressources hydroélectriques qui ne le sont pas encore, le réacteur CANDU en Ontario, les marées ou toutes les autres sources d'énergie du pays. Or, combien dépensons-nous dans ce domaine? Le Conseil national de recherches m'a réclamé des chiffres qu'il pourrait inscrire dans son budget. J'ai répondu qu'il serait injurieux d'y consacrer

[*Text*]

$500,000 a year; put down $250,000 a year, and I do not even know if that has gone through. So now I start to escalate things, and I go to the fuel cell plant and I say: what if we had a massive program to build fuel cells? Then you would be talking in the order of 60 to 100 million. So through the demonstration on several of them and all the rest, I guess you are into the hundreds of millions of dollars through to the year 2000.

• 1640

The Chairman: I will go on to Mr. Rose.

Mr. Rose: Yes, thank you. It is very interesting. I think Professor Scott has not only taken us to a new century; he sounded to me like he was talking about a new Jerusalem there, the way he ended up, but anyway I think we caught his enthusiasm.

I would like to know, since I missed part of his earlier remarks, whether he was really being satirical. Is switching off the lights and reducing demand no longer fashionable? Is that irrelevant? That is what it sounded like to me.

Professor Scott: No; excuse me. I am glad you asked that question. I am really happy to clarify it because I think there is now a focus on conservation. Myown view is that that is a fairly good word, but better words are, "please do not waste energy". The trouble with conservation—it is slightly the same—is then it becomes sort of good just not to use energy. I am intensely anxious that we do not waste it, but we have to use it because our economic well-being and a set of other things are based upon that usage.

Then I come down to: what type do you want to use? Do you see what I mean? In other words, consistent with not wasting it, if you turn down the lights a lot of the—excuse me for saying Toronto, it is just that I live in that bloody city all the time. I keep seeing it . . .

The Chairman: We will forgive you.

Mr. Rose: We hear about Toronto in the west all the time.

An hon. Member: Just ignore him.

Professor Scott: I wanted to live in Vancouver but they would not give me a job.

But what I am really saying is this: in the winter time you have to heat your buildings, and a lot of the building heat balances in the larger cities can be picked up in part by electricity. If you turn out the lights a person can take a snapshot of a city with all the lights out and say; boy, we are saving energy. That is what Ontario Hydro was saying. "We are saving energy because look at all the lights that are out." They have told you that you still have to heat the building, and you are heating it with oil-fired furnaces. That is the point I was trying to make; a too simplistic view of energy prices, or saving all types of energy, can have you do the wrong thing; that was all.

[*Translation*]

moins de 500,000 dollars par an. On m'a rétorqué que c'était insensé, qu'on ne les obtiendrait jamais et qu'il faudrait se contenter de 250,000 par an; mais j'ignore même si ce chiffre a été accepté. Voyons à présent les choses en grand. Si je me rends à une usine de fabrication de piles à combustible et que je demande ce qu'ils pensent d'un programme massif de fabrication? On parlerait alors d'un investissement de 60 à 100 millions de dollars. Si l'on ajoute à cela les essais successifs et le reste, on en arrive à des centaines de millions de dollars d'ici à l'an 2000.

Le président: Je passerai à présent la parole à M. Rose.

M. Rose: Je vous remercie, c'est un exposé très intéressant. M. Scott ne nous a pas seulement fait aborder dans un nouveau siècle, la fin de son exposé nous offre d'immenses perspectives d'espoir; de toute manière, je pense que son enthousiasme nous a gagnés.

J'ai manqué le début de son exposé et j'aimerais savoir s'il se montrait ironique en disant qu'il n'était plus de mode d'éteindre les lumières et de réduire la demande. Est-ce dépassé? C'est l'impression que j'ai eue.

M. Scott: Non, excusez-moi, et je suis heureux que vous m'ayez posé cette question. Je m'empresse d'apporter des éclaircissements, car il me semble qu'on se concentre aujourd'hui sur l'économie d'énergie. C'est très bien, mais il vaudrait mieux que l'on demande à la population de ne pas la gaspiller. L'économie d'énergie revient à peu près au même mais pose des problèmes en ce sens qu'on se contente de ne pas en consommer. Si je tiens à ce que nous ne la gaspillions pas, je pense toutefois qu'il faut que nous en utilisions, car notre bien-être économique ainsi que bien d'autres choses en dépendent.

Ceci dit, il faut se demander quel type d'énergie il convient d'employer, vous me suivez? Tout en s'abstenant de gaspiller, si vous éteignez les lumières, beaucoup de . . . vous m'excuserez de prendre l'exemple de Toronto, mais c'est que malheureusement, c'est dans cette satanée ville que je passe mon temps. Je constate constamment . . .

Le président: Vous êtes tout excusé.

M. Rose: Nous entendons constamment parler de Toronto dans l'Ouest.

Une voix: Ne faites pas attention à lui.

M. Scott: Je voulais vivre à Vancouver, mais je n'ai pas pu y décrocher un emploi.

En hiver, il faut chauffer les immeubles et dans les grandes villes, c'est l'électricité qui peut servir, en grande partie. Une fois les lumières éteintes, on pourra prendre un instantané et se féliciter d'économiser de l'énergie. C'est exactement ce que Ontario Hydro prétendait. Or, on ne vous dit pas qu'il faut encore chauffer les édifices avec des chaudières au pétrole. En résumé, on peut être amené à faire plus de mal que de bien en adoptant une optique par trop simpliste du prix de l'énergie et de l'économie de toutes les formes d'énergie. Voilà tout.

[*Texte*]

Mr. Rose: I have a couple more questions. Are there others waiting to get on? My questions are short; it is the answers that are long.

How do we encourage a greater use of hydrogen? I know that Iceland has an energy potential of something like 50 kilowatt hours and they are using about 3, and they are interested, and probably the Icelandic people are going to be into it because of that high energy component in that country. But how do we do it? Again, I will try to put several questions into one and then sit back. We have just received a study—and I cannot reveal its source—but it does not even look to hydrogen at all, never mind incipient hydrogen . . .

Professor Scott: Yes, I know.

Mr. Rose: . . . by the year 2000. We have a process; Noranda has some of it. How do we encourage the use of hydrogen and hydrogen technology? I have been looking in the Department of Energy, Mines and Resources budget for the next year and I do not see it even listed there, certainly not on the page where the estimates are. It may mention it here and there in the book.

So I suppose that is two or three questions all rolled up into one, then I will defer to others.

Professor Scott: A couple of quick answers. If you simply look again at technologies and how they are developed around the world, fairly major technologies, you find that they cannot start from zero; they need to be encouraged by their governments, or whatever, until they get about 1 per cent of whatever the market is that they have. And that gives you another feeling that the governments will have to sort of force-feed it, so we have to face that. In other words, we are either going to force-feed it or not prior to the year 2000 or at least 1995.

The second thing is that there are taxes, et cetera, that you can introduce. In other words, a lot of what we do in society is influenced by what the tax structure is. I need not go on on that theme here because I am sure we understand that.

The last thing, I guess, is a commitment. It is trite to say it, and Canadians somehow do not think that we ever have national commitments, but I think sometimes we do. One of the things—I am speaking purely frankly—that depresses me about the Canadian approach so often is that we have a watching brief. You may have heard that expression. That means that we are monitoring all the things that are going on—Canadians love to do that—and then we can never say that we did not know that something was going on, but we never do anything from that either. It takes a little bit more courage to say that I have understood it and we are going to make a commitment.

• 1645

An hon. Member: And leardership.

Professor Scott: And leardership. And I must say very frankly I do not think there is a chance that this will happen without that sort of leadership and without that kind of guts. Part of the reason is that the very great opportunities that we

[*Traduction*]

M. Rose: J'ai encore quelques questions. D'autres attendent-ils? Elles seront brèves, mais ce sont les réponses qui sont longues.

Comment inciter à accroître l'utilisation de l'hydrogène? Je sais que l'Islande a un potentiel énergétique d'environ 50 kilowatts-heure, qu'elle en consomme trois et qu'elle s'intéresse à la question et va probablement se lancer dans ce domaine étant donné sa haute consommation. Mais comment nous y prendrons-nous? Je vais essayer de résumer plusieurs questions en une, ensuite je me tairai. Nous venons de recevoir une étude—dont je ne puis révéler la source—qui ne tient absolument aucun compte de l'hydrogène, même si c'est un secteur qui commence à démarrer . . .

M. Scott: Oui, je sais.

M. Rose: . . . d'ici l'an 2000. Nous avons mis sur pied un procédé et Noranda aussi. Comment favoriser l'hydrogène et les techniques associées? J'ai consulté le budget du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources prévu pour l'année prochaine, et cet élément ne s'y trouve pas, du moins certainement pas à la page des crédits. On en fait toutefois mention de temps à autre dans les rapports.

Ma question en regroupe donc deux ou trois, ensuite, je cèderai la parole aux autres.

M. Scott: Quelques réponses, en bref. Si vous examinez simplement les grandes techniques conçues à travers le monde, vous constaterez qu'on ne peut partir de rien. Ce sont les gouvernements, par exemple, qui doivent les favoriser jusqu'à ce qu'elles représentent environ 1 p. 100 du marché. C'est donc les gouvernements qui devront en quelque sorte les imposer, il faut bien l'admettre. C'est ainsi qu'il faudra s'y prendre d'ici l'an 2000 ou du moins 1995.

D'autre part, on peut imposer des taxes. Le régime fiscal influe sur bon nombre de nos activités en société, et je ne m'étendrai pas sur ce sujet car je suis sûr que nous sommes tous bien imprégnés de ce fait.

Et, enfin, il y a les engagements. C'est un sujet rebattu, on prétend que les Canadiens ne pensent jamais avoir d'engagement au niveau national; personnellement je pense le contraire, quelquefois. A vous parler franchement, ce qui me déprime si souvent dans l'optique canadienne, c'est l'attentisme. Peut-être avez-vous déjà entendu cette expression. En effet, nous nous contentons d'observer tout ce qui se fait ailleurs. Les Canadiens adorent cela et s'ils ne peuvent jamais prétendre ignorer ce qui se fait, ils n'en profitent toutefois jamais non plus. Il faut un peu plus de courage pour dire qu'on a compris et qu'on va prendre un engagement.

Une voix: Et l'initiative.

M. Scott: Et l'initiative, effectivement. Franchement, si nous ne prenons pas les choses en main et si nous ne nous armons pas de courage, on n'y arrivera pas. Peut-être pouvons-nous prétexter de nos grandes possibilités pour ne pas agir.

[*Text*]

have also allow us not to have to do it. Do you know what I mean? In other words . . .

An hon. Member: Because we lucked into an energy surplus . . .

Professor Scott: Sure. We have oil and we have remote hydroelectricity that we can still make. We are one of the most blessed nations on this planet. Most nations, being honest, do things because they are driven to it. There are other nations that will be driven to hydrogen before Canada. We will be one of the last that is driven to it. Japan and others will be driven first. Few nations are attracted to it but if there was ever to be a nation to be attracted to it, it is us: We have more to gain on the attractive side than anyone but it takes a lot of guts to do that. So . . .

Mr. MacBain: But how do you get us to do it? That was Mr. Rose's question. Can you tell us how to do it and let us see if we can do it.

Professor Scott: It is not an easy question. That is why I am hesitating on it. It is really not an easy question: How you do it. You, first of all, must have the national cross-party commitment and cross-region commitment, then I think you somehow have to set up an organization which will have as its mandate for that to happen, not too different from the Americans saying we are going to land on the moon. If you do that you can see the advantages.

Let me say one thing: I do not know whether or not anyone is here from Alberta but simplistic people might say there is no advantage to Alberta but there is an astounding advantage to Alberta because of the use of hydrogen that way and bridging and because of the extension of those reserves which are in the ground. Do you see what I mean? So that you can get more oil out of it but I guess if I am honest I do not think it is likely to happen without a sequence of things and one of them is setting up a structure and giving that group a mandate to go after it.

Mr. Gurbin: A supplementary. What the chairman was asking and what Mr. Rose was asking and what Mr. MacBain was asking and what I will ask now is, give us a price, give us a realistic price. Those other things have to happen for sure but, if we are interested in this and we would like to see this happen, do we need to give you $5 million a year now or do we need to give you more?

Professor Scott: You would have to give more than $5 million a year.

An hon. Member: What about the private sector?

Professor Scott: The private sector has got to be interested. My own hope is that the private sector would have a big role to play in this. The private sector has a role larger in hydrogen than it did in a lot of other technologies that we brought on for two reasons: One is that there is this other class, that is the small class of thing and the other thing is that there are the pipelines, there are the natural gas industries, there are the oil industries, quite frankly. Two weeks from now I am spending a whole afternoon with Shell Canada talking about new ventures and how they can get into them. There is no reason at all why

[*Translation*]

Comprenez-vous bien ce que je veux dire? En d'autres termes . . .

Une voix: Parce que nous avons eu la chance d'avoir un excédent énergétique . . .

M. Scott: Bien sûr, nous avons du pétrole et des ressources hydro-électriques dans des régions éloignées que nous pourrions encore exploiter. Nous sommes en effet l'un des pays les plus privilégiés de la planète. En toute honnêteté, il faut bien reconnaître que la plupart des pays agissent parce qu'ils y sont forcés. Bien d'autres pays, à commencer par le Japon, entre autres, seront par la force des choses obligés de se convertir à l'hydrogène avant le Canada qui sera parmi les derniers. Peu de pays sont attirés par cette ressource, mais s'il y en a bien un qui devrait l'être, c'est le Canada: en effet, nous avons plus à gagner que d'autres mais pour cela, il faut du courage. Donc . . .

M. MacBain: Comment nous y entraîner? C'était la question de M. Rose. Pouvez-vous nous dire comment on devrait s'y prendre et quelles sont nos possibilités.

M. Scott: Voilà une question malaisée, c'est pourquoi j'hésite à y répondre. D'abord, il faut un engagement de tout le pays, de tous les partis et de toutes les régions, ensuite il faut mettre sur pied une organisation qui sera chargée de concrétiser tout cela, comme lorsque les Américains avaient décidé, à une certaine époque, d'aller sur la Lune. Si l'on prend cette décision, on en verra les avantages.

J'ignore s'il y en a parmi vous qui sont originaires de l'Alberta, mais certains adopteront l'argument simpliste selon lequel cette province n'a rien à retirer de l'hydrogène. Or, ce projet présente d'énormes avantages pour l'Alberta puisqu'en attendant, l'hydrogène permettrait d'éviter d'épuiser les ressources du sous-sol. Me suivez-vous? On pourrait retirer davantage de pétrole mais, honnêtement, il y a peu de chance qu'on y arrive si l'on ne crée pas un organisme qui soit chargé de mener à bien ce projet.

M. Gurbin: Une question supplémentaire. Le président, MM. Rose, MacBain et moi-même vous avons réclamé une estimation réaliste du coût. Bien sûr, il faudra faire intervenir d'autres éléments si nous nous intéressons à ce projet mais 5 millions de dollars par an vous suffiraient-ils ou réclamez-vous davantage?

M. Scott: Il faudrait consacrer plus de 5 millions de dollars par an.

Une voix: Et le secteur privé?

M. Scott: Il faudra y intéresser le secteur privé et j'espère qu'il aura un grand rôle à jouer, bien plus important pour l'hydrogène que pour bon nombre d'autres techniques, et ceci pour deux raisons. Tout d'abord, il y a cette autre petite catégorie de choses et ensuite les oléoducs, l'industrie du gaz naturel, l'industrie pétrolière. Dans deux semaines, je rencontrerai pendant tout un après-midi les représentants de Shell Canada à propos de leur participation à de nouveaux projets. Il n'y a aucune raison pour laquelle le secteur privé ne devrait pas faire sa part mais jusqu'à présent, nous n'avons pas encore

[*Texte*]

private industries should not participate but there are some technologies in which we have no private industry to pick up the ball and they happen to be in the most hydrogen exploitive of technologies.

There are two ways that we can use hydrogen. One is almost the conventional technologies. In other words, making fuels where half the energy comes from falling water—do you see what I mean?—and half the energy comes from oil or whatever and you have really then allowed the penetration of the nonfossil source that I want to get us through. However the real breakthrough is going to come when you have technologies which exploit those unique properties of hydrogen like building hydrogen fuel airplanes. Okay? That would be one way. We could say: let us have the Canadian aircraft industry build hydrogen-fueled aircraft. The problem with that particular sector is that the aircraft which will first use hydrogen will be the intercontinental supersonic aircraft which we do not build. You start from the large coming down. However there are other places where we could go. We could build locomotives, for example.

We could build locomotives running on hydrogen. We could, first of all, build locomotives which would be retrofittable from the current diesels to run on hydrogen and with that sort of thing we could learn about the infrastructure of supplying the hydrogen to the locomotives, of refueling and all those sorts of hands-on things and we could do that within three to four years.

• 1650

The Chairman: Okay, Mr. Portelance, and we are rapidly running out of time, gentlemen.

Mr. Portelance: Mr. Chairman, this was one of my questions. I read your brief and you were saying you now believe rail commuter locomotives should be the premier target application for Canadian fuel cell development strategy. If you go only for one item like this, then research in that field would mean less money or . . . ?

Professor Scott: No, it is still going to be . . . The reason that we suggested that is we see that as a very expandable market. But you have to start into something that is tractable. There is no point starting too big. The private automobile, for example, is just a nonstarter for a long time. We can use hydrogen in other ways to get to the private automobile. The reason that we chose a railroad is that it was a large one and it would be dramatic internationally for people coming in to see us. If we could do it in a railroad we can surely do it in buses and trucks. Fuel cells are battery in nature; in other words, there are no scale-up or scale-down difficulties. It is, in my view, the astoundingly unique hydrogen exploitive technology. But we need to start with $5 to $10 million dollars escalating up to hundreds of millions of dollars.

Mr. Portelance: Right now, are Noranda and Hydro Quebec not going in this field?

[*Traduction*]

trouvé d'entreprises privées qui pourraient prendre en charge certaines techniques qui sont précisément celles qui exploitent le plus l'hydrogène.

Nous pouvons utiliser l'hydrogène de deux manières. En employant les techniques quasiment traditionnelles, c'est-à-dire en fabriquant des combustibles dont l'énergie provient pour la moitié des chutes et l'autre du pétrole, par exemple, et ainsi, on pourra faire la percée que j'appuie sur le plan des sources d'énergie non fossiles. Toutefois, les plus grandes réalisations viendront de l'utilisation de techniques d'exploitation des propriétés uniques de l'hydrogène, comme la construction d'avions à hydrogène. D'accord? Ce serait un moyen. Nous pourrions, par exemple, décider de demander au secteur canadien de l'aéronautique de nous construire des aéronefs de ce type. Le problème, c'est que les premiers à utiliser l'hydrogène seraient les appareils intercontinentaux supersoniques que le Canada ne construit pas. On commence donc par les gros pour finir par les plus petits. Mais il y a bien d'autres secteurs dans lesquels nous pourrions nous engager, la construction de locomotives, par exemple.

Des locomotives diésel aujourd'hui mais qui pourraient être adaptées à l'hydrogène. Nous pourrions apprendre comment alimenter ces locomotives en hydrogène, comment les recharger et toutes ces choses pratiques, tout cela en trois ou quatre ans.

Le président: Très bien, monsieur Portelance, je vous rappelle messieurs que le temps file.

M. Portelance: Monsieur le président, une question. J'ai lu votre mémoire dans lequel vous disiez que les locomotives de navette devraient être le premier domaine d'application de la stratégie canadienne en matière d'élaboration de cellules de combustible. Si l'on ne part que d'un seul secteur, comme celui-là, alors la recherche serait moins coûteuse ou . . . ?

M. Scott: Non, et si nous avons fait cette proposition, c'est que nous considérons qu'il s'agit d'un marché qu'il est très possible d'élargir mais il faut commencer par un secteur souple et pas trop compliqué. Inutile de voir les choses trop grandes pour commencer. Pour les voitures, par exemple, il faudra attendre longtemps. Avant de s'engager dans ce domaine, nous pouvons trouver d'autres applications à l'hydrogène. Le secteur des chemins de fer est important et cela frapperait les visiteurs de tous les pays qui viennent au Canada. En effet, si nous parvenons à trouver des applications à l'hydrogène dans les chemins de fer, cela pourra assurément se faire pour les autobus et les camions. En fait, les cellules de combustible sont des piles et cela ne pose pas de problèmes d'agrandissement ou de réduction. C'est, à mon avis, une technique d'exploitation de l'hydrogène tout à fait originale. Il faudra démarrer avec cinq ou dix millions de dollars et monter jusqu'à des centaines de millions de dollars.

M. Portelance: Actuellement, les sociétés Noranda et Hydro-Québec ne sont-elles pas lancées dans l'hydrogène?

[*Text*]

Professor Scott: Noranda and Hydro Quebec are in the electrolysis and they are very important in the electrolysis and I hope they keep being encouraged that way. That is the making of the hydrogen. Now I am talking about using it. The fuel cell is on the utilization end of it.

Noranda and Hydro Quebec, in principle, could do it, yes. My own feeling is that for the health of the economy you are better to have another industry coming in to build the utilization technology. It is as if Ontario Hydro and Quebec Hydro did everything all the way through including making the refrigerators. Do you see what I mean? That is my feeling on it.

The Chairman: Mr. Gurbin, I think, had another question, and then Mr. Clay.

Mr. Gurbin: Because of the time constraints here . . . I think the overview has been excellent from my point of view and I would like to congratulate you for that.

What I would like to ask you to do for the committee is, at your leisure but in the next few hours, could you give us a plan of action that in your mind would be realistic, given a commitment by a body, potentially this body, to enact a strategy for approaching this thing, including the appropriate funding that you as a proponent of this technology feel would get us going?

Professor Scott: I can certainly think about that. You realize, and this is a terribly arrogant thing to say but I do not mean it in an arrogant sense, that I am sure Wernher von Braun could not say, "It will cost us this much to get to the moon."

Mr. Gurbin: Yes, I appreciate that.

Professor Scott: But he might have said, "This is the way we start and this is the sort of thing we would go from," and that is all I could do.

Mr. Gurbin: I appreciate that and I think the others will as well. Mr. MacBain just brought up a good point, if you can go in a one, two or three scenario sort of pattern with an amount of dedication. What we have got consistently now, and it is as frustrating for myself as it is for other members of the committee, is that after we have gone through being exposed to so many of these things over such a long period of time we can now see a lot of common factors, a lot of common problems, but we do not have answers. We do not have specific approaches that people like yourself can help us to develop, I think. That is a criticism that we have consistently of people coming before us. Fine, if we understand and if we believe, what do we do about it?

Professor Scott: Very fair, is the question.

The Chairman: That is very, very good, Mr. Gurbin. If you have time to do that I wish you would address yourself to the source also, which may not be benign although hydrogen may be, because this committee must take into consideration the impacts on the environment, the social desirability and everything else. That is part of our mandate. If you could keep in touch with Mr. Clay, I am sure you could help the committee very much, along with the specifics that you give in answer to Mr. Gurbin's question. Not today, of course, because we have other witnesses waiting, but when you have time.

[*Translation*]

M. Scott: Elles s'occupent d'électrolyse et jouent un très grand rôle dans ce secteur et j'espère qu'on continuera à les encourager à fabriquer de l'hydrogène. Mais je vous parle maintenant de son utilisation et la cellule de combustible intervient justement là.

Effectivement, la Noranda et l'Hydro-Québec pourraient s'en charger, en principe. Pour la bonne marche de l'économie, il vaut mieux à mon avis charger un autre secteur de la construction des techniques d'utilisation. C'est comme si on demandait à l'Ontario Hydro ou à l'Hydro-Québec de tout fabriquer, y compris les réfrigérateurs. Voyez-vous? C'est ce que je pense.

Le président: Sauf erreur, monsieur Gurbin avait une autre question à poser, ensuite M. Clay.

M. Gurbin: Le temps nous manquant . . . Vous nous avez donné, à mon avis, un excellent aperçu de la situation et je tiens à vous en féliciter.

Pour la gouverne du Comité, pourriez-vous dans les prochaines heures, nous fournir un plan d'action réaliste et nous désigner l'organisme qui pourrait se charger de la stratégie ainsi que nous donner une évaluation des fonds nécessaires à ce projet?

M. Scott: J'essayerai assurément. Ne me taxez pas de présomption mais je suis sûr que même Wernher von Braun n'aurait pas pu dire combien il en coûterait pour aller sur la lune.

M. Gurbin: Oui, je comprends très bien.

M. Scott: Par contre, il aurait pu expliquer la méthode et le point de départ et c'est tout ce que je puis personnellement faire.

M. Gurbin: Je comprends très bien, ainsi que mes collègues, j'en suis sûr. M. MacBain a soulevé une bonne question: si vous pouviez nous donner les différentes étapes de votre projet ainsi qu'une idée du coût pour chacune d'entre elles. Mes collègues et moi étudions la situation depuis relativement longtemps et il est aliénant de voir que tous nous constatons qu'il y a beaucoup de facteurs et de problèmes communs mais que nous n'avons pas les solutions. Des spécialistes comme vous pourraient nous aider à mettre sur pied certaines méthodes qui nous manquent. Voilà une critique que les témoins n'ont cessé de nous adresser. C'est bien beau de comprendre et de vouloir remédier à la situation, mais comment s'y prendre?

M. Scott: Votre question est très raisonnable.

Le président: C'est très très bien, monsieur Gurbin. Si vous en avez le temps, j'aimerais aussi que vous abordiez la question de la source énergétique et de ses éventuels effets néfastes, même si l'on a dit que l'hydrogène était non-polluant car notre Comité doit tenir compte des incidences sur l'environnement, des avantages pour la société, etc. Cela fait partie de notre mandat. Il serait très utile pour notre Comité que vous restiez en rapport avec M. Clay, outre les réponses détaillées que vous voudrez bien fournir à la question de M. Gurbin. Ce n'est pas

[*Texte*]

Okay, Mr. Clay, the project manager, had a couple of questions.

Mr. Clay: Actually, Dr. Gurbin just wrapped up a whole series of questions with the one he has asked you to provide, and of course we will be in touch with you personally afterwards. I will just ask you this: given your environmental concerns and given your views as to how future energy systems may evolve, how do you regard the prospect 50 or 75 years down the road of a world energy system dominated by fusion energy and hydrogen? Are you comfortable with a view of that sort?

• 1655

Professor Scott: Yes, but I must say the following, and this is one of the things I was going to say to the chairman. That is, the request to comment on the environmental benignness of the sources is difficult because I have some very definite opinions on that, but I must say that I do not think anything in our modern world is as confused by funny thinking as is the issue of what is safe and what is not safe, or what is environmentally benign and what is not environmentally benign.

The Chairman: We have been told there is no free lunch, you see.

Professor Scott: No, there is no free lunch.

The Chairman: So we have to take that into account. Even if it is just your personal opinion we would like to get it, if you have time to give it to us.

Mr. Clay: One comment I have is that you noted that fusion installations are apparently going to be massive. We visited several of the leading centres of fusion research in the United States and they are now hopeful that fusion reactors can be designed with power outfits about the size of a commercial generating station today. They are even conceptually thinking of reactor configurations that might be down to the size of several hundred megawatts. So that may not necessarily, depending on the reactor type, be a constraint.

Professor Scott: Yes, we have to wait and see.

There is one thing we have to say about fusion. The one question I would really ask is, do we need it? In other words, a lot of people are saying it is beautiful, but at one time we thought about nuclear that way. Fusion is not environmentally benign. It is about the same as nuclear, and nuclear, in my view, is environmentally benign as compared to coal and a lot of other things. The point is that we have energy for nuclear for literally thousands of years, particularly if we go to breeders, so there is in principle no need for the fusion thing. It is currently a sort of buzzword as a panacea for the future, largely, I think, because we have not done it yet.

The Chairman: This may interest you, professor. Our clerk will give you a list of our future meetings, and one is with two professors from Lawrence Livermore Laboratory who will

[*Traduction*]

pour aujourd'hui, bien sûr, puisque nous avons d'autres témoins qui attendent, mais quand vous en aurez le temps.

Très bien, monsieur Clay, le directeur du projet, avait quelques questions à poser.

M. Clay: En fait, M. Gurbin, par sa question, a résumé toute une série de problèmes et nous resterons en contact avec vous ultérieurement. Une petite question: vous vous inquiétez de l'environnement et vous avez une idée de la manière dont les systèmes énergétiques pourraient évoluer dans l'avenir. Que pensez-vous d'un système énergétique mondial, d'ici 50 ou 75 ans, où régnerait en maître le principe de la fusion et de l'hydrogène? Vous y rallieriez-vous?

M. Scott: Oui et j'aillais le dire au président, mais il m'est difficile de me prononcer sur le caractère peu néfaste pour l'environnement des différentes sources d'énergie. En effet, j'ai une opinion bien précise là-dessus et dans notre monde moderne, aucune question n'est aussi confuse que celle de l'aspect sécurité, danger ou son absence pour l'environnement.

Le président: Oui, c'est vrai, mais dans ce domaine, les erreurs se paient cher.

M. Scott: Effectivement, les erreurs ne pardonnent pas.

Le président: Donc, il faut tenir compte de cela. Même si c'est uniquement une opinion personnelle, nous aimerions que vous nous la donniez si vous en avez le temps.

M. Clay: Une observation, vous avez remarqué qu'apparemment, les installations de fusion allaient être massives. Nous avons visité plusieurs des grands centres de recherche en fusion au États-Unis et les Américains espèrent que l'on pourra concevoir des réacteurs à fusion dotés d'installations qui seraient à peu près de la même taille que les centrales commerciales actuelles. Ils songent même à construire des réacteurs de plusieurs centaines de mégawatts, ce qui ne constituerait pas nécessairement un obstacle selon le type de réacteur.

M. Scott: Oui, il faudra voir.

A propos de la fusion, il faudrait cependant se demander si nous en avons réellement besoin. Beaucoup de gens se félicitent des perspectives de ces découvertes, mais il en a été de même à propos de l'énergie nucléaire à une certaine époque. La fusion est dangereuse pour l'environnement, à peu près autant que le nucléaire qui, comparé au charbon et à d'autres sources, l'est beaucoup moins. Nous disposons de suffisamment d'énergie pour subsister littéralement des milliers d'années avec les réacteurs nucléaires, spécialement si nous adoptons les réacteurs surrégénérateurs. La fusion est donc en principe inutile. Si on en a fait aujourd'hui une espèce de slogan ou de panacée pour l'avenir, c'est en grande partie, à mon avis, parce qu'on n'est pas encore parvenu à la réaliser.

Le président: Professeur, cela pourrait vous intéresser: notre greffier vous fournira la liste de nos prochaines réunions ainsi que la date de celle à laquelle deux professeurs du laboratoire

[*Text*]

speak to us on fusion. If you happen to be in town, you are welcome.

Mr. Gurbin: The interesting part of that meeting is the electric battery that they developed and the inventor of that electric battery, which uses aluminium for electrical storage. They have quite a story to tell about that which I think you would find of particular interest because it fits in so well with the fusion, the fission and the small vehicle.

The Chairman: Professor, I wish we could have had you for a longer period of time, but this seems to happen every day that we have these hearings. If you are willing to keep communication lines open with our project manager, we would appreciate your help. We thank you very much for coming this afternoon.

Professor Scott: Thank you.

The Chairman: We will take a five-minute recess.

• 1659

• 1708

The Chairman: Could we have order, please.

For the second part of our hearings this afternoon we are very pleased to welcome the Association of Consulting Engineers of Canada. I understand that the chief spokespersons will be Mr. K. A. McLennan, president, accompanied by Mr. D. Farlinger, chairman of the energy affairs standing committee of ACEC. They also have with them Messrs. Tremblay, McCaig, Greer, Scudamore, Forrest and Pinault. I understand that depending on the questions we address to you two gentlemen, these other persons may be called forward to answer. If they are, they would have to come to the table to use a microphone so that their answers will be recorded.

I am glad you were able to come this afternoon, and I am sorry we had to hold you up for about 15 or 20 minutes. That seems to be an ongoing problem in this committee when we have interesting witnesses. I would immediately hand the floor over to you for your opening statement.

Mr. K. A. McLennan (President, Association of Consulting Engineers of Canada): Thank you, Mr. Chairman.

The session you were having when we came in was indeed very interesting. I trust we will be able to keep you awake during our presentation, which in fact, as you might expect from an association such as ours, is rather more of an overview than specific technologies, although we touch on several and perhaps your questions will. This is why we have brought a number of people with us, to deal with any particular aspects of technology in which the members might be interested.

• 1710

We have presented some copies of the brief, which I understand have been circulated.

The Chairman: Yes.

[*Translation*]

Lawrence Livermore viendront nous parler de la fusion. Si vous êtres en ville, vous êtes le bienvenu.

M. Gurbin: La partie intéressante de la séance portera sur la pile électrique qu'ils ont mise au point ainsi que sur son inventeur qui utilise l'aluminium pour entreposer l'électricité. Ils auront beaucoup à nous raconter et cela vous intéresserait tout particulièrement car ce problème s'intègre très bien à celui de la fusion, de la fission et des véhicules de petite taille.

Le président: Professeur, j'aurais voulu pouvoir vous garder plus longtemps, mais c'est chaque fois la même chose avec nos réunions. Si vous voulez bien rester en contact avec notre directeur de projet, votre aide nous serait très utile. Nous vous remercions d'être venu cet après-midi.

M. Scott: Je vous remercie.

Le président: Nous allons faire une pause de cinq minutes.

Le président: A l'ordre s'il vous plaît.

Pour la deuxième partie de notre réunion cet après-midi, nous avons le plaisir d'accueillir l'Association des ingénieurs-conseils du Canada. Je crois que les principaux porte-parole seront M. K. A. McLennan, président, accompagné de M. D. Farlinger, président du Comité permanent des affaires énergétiques de l'Association. Ils sont accompagnés de MM. Tremblay, McCaig, Greer, Scudamore, Forrest et Pinault. Je crois que ces derniers pourront être appelés à répondre à certaines des questions que nous pourrons poser. Dans ce cas-là, ils devront venir à la table afin d'utiliser un microphone pour que nous puissions enregistrer leurs réponses.

Je suis heureux que vous ayez pu venir cet après-midi et je suis désolé que vous ayez dû attendre quinze ou vingt minutes. Le Comité semble toujours avoir ce problème lorsqu'il s'agit de témoins intéressants. Je vous cède la parole afin que vous puissiez faire votre déclaration d'ouverture.

M. K. A. McLennan (président, Association des ingénieurs-conseils du Canada): Merci, monsieur le président.

La discussion que vous aviez lorsque nous sommes entrés était effectivement très intéressante. J'espère que nous pourrons soutenir votre intérêt au cours de notre exposé qui est en fait, comme on peut s'y attendre d'une association comme la nôtre, beaucoup plus un aperçu qu'un exposé détaillé des technologies disponibles, bien que nous en mentionnions plusieurs. Vous poserez peut-être également des questions à ce sujet. C'est pourquoi nous avons amené tous ces gens avec nous, afin de répondre aux questions portant sur la technologie.

Nous avons soumis quelques exemplaires de notre mémoire qui, je crois, a été distribué.

Le président: Oui.

[*Texte*]

Mr. McLennan: We have made several minor changes to it. You are a busy committee and like all of us, perhaps, get too much paper, so we felt that since it is fairly brief we might be able to present it, basically, as it exists with a few minor changes, and then we would welcome questions.

The Chairman: Yes, it would only take, I think, 15 to 20 minutes to present it orally.

Mr. McLennan: Yes.

The Chairman: It would be good if you would not go over 20 minutes, as we would like some time for questioning you. Thank you very much.

Mr. McLennan: Thank you, Mr. Chairman.

The brief begins with a perspective of our association, which represents the business interests of the almost 900 members—Canadian-owned, independent, consulting engineering firms. These firms vary from one person to several thousand. They are located in all parts of Canada. Our association has a strength of almost 30,000 professional and support staff, and our association members account for something ove 80 per cent of the total consulting engineering sector in Canada. The industry as a whole, which includes foreign-owned firms, employs about 37,000 persons and had revenues of about $1.5 billion last year.

The consulting engineering industry is a sophisticated national resource, a truly indigenous industry that contributes, substantially to the technological and economic development of Canada. We are not aware of any other industry that has an all—encompassing involvement in society's physical environment in the provision of essential infrastructure, examples being energy supply, distribution and conservation, petroleum, coal and gas, mining aand resource development, buildings and structures, transportation systems, water supply and distribution, sewage collection and disposal, solid waste management, communications, and the various other facilities required for the physical aspects of Canadian economic development.

Consulting engineers are promoters and implementers of business, entrepreneurs as well as professionals. The industry's main investment is in its people and in the continuing development of special skills and experience to the over-all benefit of all Canadians. Consulting engineers apply existing technology, introduce new technologies, develop and refine them from project to project at a pace that clients and society can afford and accept. The development and management of this technology in Canadian hands is a key to Canada's future.

The main concerns and recommendations of our association regarding alternative energy and oil substitution are presented in the following sections—and there are a number of references in there, listed in an appendix.

The second section, addressing the national energy program, of course refers to the national energy program produced recently by Energy, Mines and Resources Canada.

[*Traduction*]

M. McLennan: Nous y avons apporté plusieurs changements d'importance mineure. Vous êtes très occupés et comme nous tous, vous devez sans doute recevoir beaucoup trop de paperasserie. Nous avons donc pensé, puisque le mémoire est assez court, que nous pourrions vous le présenter avec quelques modifications, après quoi nous répondrons aux questions.

Le président: Oui, cela ne prendra que 15 ou 20 minutes.

M. McLennan: Oui.

Le président: Il serait bon que vous ne dépassiez pas 20 minutes, parce que nous voulons avoir le temps de vous poser des questions. Merci beaucoup.

M. McLennan: Merci, monsieur le président.

Le mémoire commence par un historique de notre Association qui représente les intérêts de quelque 900 membres, des sociétés d'ingénieurs-conseils indépendantes et canadiennes. Ces sociétés comprennent une seule personne ou plusieurs milliers. Il y en a partout au Canada. Notre Association a un effectif de presque 30,000 personnes, professionnels et personnel de soutien, qui représentent plus de 80 p. 100 du secteur au Canada. Au total, ce secteur comprend des sociétés étrangères employant environ 37,000 personnes et a obtenu des revenus d'environ $1.5 milliard l'an dernier.

Nous constituons une ressource nationale sophistiquée vraiment canadienne, qui contribue largement à l'essor technologique et économique du Canada. Nous ne connaissons pas d'autres secteurs qui s'occupent autant de l'environnement physique de la société, dans le cas des infrastructures essentielles. Nous nous occupons par exemple de l'approvisionnement, de la distribution et de la conservation de l'énergie, du pétrole, du charbon et du gaz, de l'exploitation minière, des immeubles et des structures, des systèmes de transport, de l'approvisionnement et de la distribution de l'eau, du ramassage des ordures, de la gestion des déchets solides, des communications et des diverses autres installations qui sont toutes nécessaires à l'essor économique du Canada.

Les ingénieurs-conseils encouragent et utilisent des entrepreneurs et des professionnels. Notre principal investissement se fait dans les ressources humaines et dans le perfectionnement de compétences spéciales pour le plus grand bien de tous les Canadiens. Les ingénieurs-conseils utilisent les techniques existantes et appliquent de nouvelles techniques qu'ils perfectionnent et raffinent, de projet en projet, à un rythme que peuvent accepter et financièrement supporter tant les clients que la société. Le perfectionnement et la gestion de ces techniques par des Canadiens sont une des clés de l'avenir du Canada.

Dans le chapitre suivant, vous trouverez les principales inquiétudes et recommandations de notre Association en ce qui concerne les énergies de remplacement. Vous trouverez également un certain nombre de références qui sont énumérées à l'appendice.

Le deuxième chapitre traite du programme énergétique national publié récemment par le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources.

[*Text*]

The Association of Consulting Engineers of Canada supports a long-term program to obtain security of energy supply and ultimate energy independence through conservation and accelerated development of conventional and alternative energy sources. In the short term, oil substitution can be used to reduce our dependence on foreign suppliers.

In October of 1980, our association stated in a brief to the Prime Minister that the Canadian government, in its program towards energy self-reliance, must continue to stress the overwhelming importance of conservation. Our association recommends broad and continued exploration for traditional energy resources, frontier and otherwise, as well as the development of appropriate new energy technologies. Energy conservation, however, must be a key part of this over-all program.

Vigorous research and development is required in developing new forms and uses of energy, and in the over-all field of renewable resources. Increased efforts should be directed toward the development of alternatives, such as small hydro projects—earlier this year we submitted a brief on small hydro projects—and the encouragement of the use of waste energy and multipurpose facilities. Major coal resources must be developed and utilized for energy production, but such development must be accomplished in accordance with appropriate environmental standards.

• 1715

The association believes Canada must move more quickly towards international prices, or in any event higher prices, for oil and gas, for a number of well-known economic reasons, and specifically to encourage conservation. Tax relief or other forms of financial assistance may be required on an interim basis to help the hardest-hit citizens and industries adjust to new economic conditions and to bridge the gap while changing over to new energy supplies.

The reference there is to a brief to the Department of Energy, Mines and Resources in September, 1978, on retrofitting industrial plants.

Canada is an undisputed world leader in nuclear power technology. Several Canadian jurisdictions have slowed or halted nuclear programs. We feel it is essential that Canada continue to contribute to the safe, intelligent, and expanded development of substantial additional power from this abundant source. This proven energy source appears to be more and more necessary to the economic health of not only Canada but many other industrialized countries, at least over the next two decades. The Association of Consulting Engineers of Canada recently submitted a brief to the federal government on the advantages of making a site available in Canada for the INTOR project, and again strongly recommends adoption of this course of action should the opportunity arise. In addition to this specific consideration, continued and increased research into fusion energy is a necessary long-term goal.

The association stands ready to assist the government in its present and future endeavours to formulate policies and pro-

[*Translation*]

L'Association des ingénieurs-conseils du Canada appuie un programme à long terme visant à assurer la sécurité des approvisionnements en énergie et notre indépendance ultime à cet égard par des mesures de conservation et l'exploitation accélérée des sources d'énergie traditionnelles et nouvelles. A court terme, le remplacement du pétrole nous permettra de réduire notre dépendance à l'égard des fournisseurs étrangers.

En octobre 1980, notre Association a envoyé un mémoire au Premier ministre dans lequel elle disait que le gouvernement canadien devait continuer à souligner l'importance primordiale de la conservation dans son programme visant l'auto-suffisance énergétique. Notre Association recommande que l'on continue l'exploration pour découvrir des ressources traditionnelles, et la mise au point de nouvelles techniques appropriées. Cependant, la conservation doit être un élément essentiel de ce programme.

Il faut également faire de la recherche et du développement pour trouver de nouvelles formes et de nouvelles utilisations de l'énergie, et surtout des ressources renouvelables. Il faudrait augmenter nos efforts visant à exploiter des énergies de remplacement, comme de petits projets hydro-électriques—au sujet desquels nous avons présenté un mémoire plus tôt cette année—et encourager les installations polyvalentes. Il faut exploiter nos ressources en charbon et les utiliser pour produire de l'énergie. Cependant, cette exploitation devra respecter des normes appropriées de protection de l'environnement.

L'Association croit que le Canada doit passer plus rapidement à des prix internationaux pour le pétrole et le gaz et ce, pour un certain nombre de raisons économiques bien connues et surtout pour encourager la conservation. Des abattements fiscaux ou d'autres formes d'aide financière seront peut-être nécessaires pour aider provisoirement les citoyens les plus touchés et les industries qui devront s'adapter à de nouvelles conditions économiques, et pour les aider à faire le point pendant qu'elles changeront d'énergie.

La référence que vous voyez là est en fait un mémoire présenté au ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources en septembre 1978 au sujet de la conversion des usines.

Le Canada est sans conteste l'un des pays les plus avancés en technique nucléaire. Plusieurs compétences canadiennes ont ralenti ou arrêté les programmes nucléaires. Nous estimons qu'il est essentiel que le Canada continue à exploiter cette ressource abondante, afin d'en tirer de l'énergie supplémentaire. Cette source d'énergie semble de plus en plus nécessaire pour assurer la santé économique non seulement du Canada mais de nombreux pays industrialisés, du moins pour les 20 prochaines années. L'Association a récemment soumis un mémoire au gouvernement fédéral dans lequel elle explique les avantages du projet INTOR pour le Canada, et recommande fortement que l'emplacement soit réservé à cette fin si jamais l'occasion se présentait de lancer ce projet. De plus, la poursuite et l'intensification des recherches en fusion constituent un objectif nécessaire à long terme.

L'Association est prête à aider le gouvernement à formuler ses politiques et programmes présents et futurs afin de s'assu-

[*Texte*]

grams to ensure that Canada becomes energy self-reliant in the foreseeable future. The ACEC wishes to emphasize that Canadian consulting engineers are already at the forefront of the development and implementation of all types of energy-related projects, and consequently their views should be seriously considered at the policy and program formulation stage.

At this point we have added to our brief. It would not have been circulated.

Although the Association of Consulting Engineers fully supports the conservation measures specified in the national energy program, we feel the objectives of the conservation and off-oil program may be optimistic; therefore Canada must continue to develop its conventional and frontier oil reserves as well as its oil sands and heavy oils.

The next section addresses alternative energy and oil substitution.

Among major industrial nations, Canada is well endowed with renewable energy sources. Renewable energy in the form of hydro-electricity contributes 24 per cent of Canada's energy. Many major rivers in our country have not yet been fully developed for hydro power, and the enormous energy available from tides in the Bay of Fundy has not yet been harnessed. Our association supports the inclusion of major hydroelectric and tidal developments in the national energy program, but would also recommend the inclusion of small hydro plants.

Biomass and industrial waste used for energy production can provide a significant source of energy. The Department of Energy, Mines and Resources estimates that biomass contributed 3.1 per cent to the Canadian energy supply in 1979. We support the expansion of this resource to the maximum extent which can be economically justified. Wind, wave, and geothermal renewable energy sources can economically supply power to certain remote locations and at unique sites. Research and development being done in Canada should eventually contribute to greater commercial use of these sources.

The use of solar energy in Canada is complementary to conservation. Because of its diurnal and seasonal variation, it cannot yet provide the sole source of energy for heating or power without use of uneconomically expensive storage systems. It can, however, conserve energy by replacing, to some extent, oil, gas, or electricity used for these purposes. The association in its brief to the Prime Minister stressed the over-all importance of conservation and supports the use of solar energy towards this end. The government should examine conservation and solar-energy programs in Sweden in relation to their potential application in Canada rather than to attempt to adapt solar energy programs from the United States where these programs are more oriented to sun belt regions. The ACEC supports the development of reliable solar energy hardware systems by Canadian industry as an integral part of this solar program.

[*Traduction*]

rer que le Canada pourra être énergétiquement auto-suffisant dans un avenir prévisible. Nous tenons à souligner que les ingénieurs-conseils canadiens sont déjà à l'avant-garde lorsqu'il s'agit de mettre au point et de lancer des projets liés à l'énergie. En conséquence, il faudrait tenir compte de leur opinion en mettant au point politiques et programmes.

Nous avons ensuite ajouté quelque chose au mémoire que vous avez. Cela ne vous a probablement pas été distribué.

Bien que l'Association appuie sans réserve les mesures de conservation précisées dans le programme énergétique national, elle estime que les objectifs qui y sont énumérés sont peut-être un peu trop optimistes. En conséquence, le Canada doit continuer à exploiter ses ressources pétrolières traditionnelles ainsi que ses huiles lourdes et les sables bitumineux.

Le chapitre suivant parle des énergies de remplacement.

De tous les grands pays industrialisés, le Canada est un des mieux dotés en ce qui concerne les sources renouvelables d'énergie. L'hydro-électricité comble déjà 24 p. 100 de nos besoins. De nombreuses rivières d'importance n'ont pas encore été harnachées, pas plus que l'énorme réserve d'énergie que constituent les marées de la Baie de Fundy. L'Association appuie l'inclusion de grands projets marémoteurs et hydro-électriques dans le programme énergétique national, mais recommande d'y inclure également les petites centrales hydro-électriques.

La biomasse et les déchets industriels utilisés pour produire de l'énergie peuvent se révéler une source importante d'énergie. Le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources estime que la biomasse a comblé 3.1 p. 100 des besoins canadiens en énergie en 1979. Nous appuyons une utilisation maximale de cette ressource, tant qu'elle sera économiquement justifiable. Les sources renouvenables comme l'énergie éolienne, marémotrie et géothermique, peuvent être rentables dans certains endroits éloignés ou présentant des caractéristiques uniques. La recherche et le développement effectués au Canada devraient contribuer à augmenter l'utilisation commerciale de ces ressources.

L'utilisation de l'énergie solaire vient s'ajouter à des mesures de conservation. Comme elle varie en fonction des saisons ou du temps de la journée, elle ne peut pas encore servir au chauffage ou à la production d'électricité sans l'emploi de systèmes de stockage extrêmement coûteux. Cependant, elle permet de conserver de l'énergie en remplaçant dans une certaine mesure le pétrole, le gaz ou l'électricité utilisé à ces fins. Dans son mémoire au Premier ministre, l'Association a souligné l'importance globale des mesures de conservation et appuie l'utilisation de l'énergie solaire à cette fin. Le gouvernement devrait étudier les programmes d'énergie solaire et de conservation de l'énergie de la Suède afin de voir s'ils ne pourraient pas être appliqués au Canada, plutôt que d'essayer d'adapter les programmes des États-Unis qui ont été conçus pour des régions très ensoleillées. L'Association appuie la mise au point de systèmes solaires fiables par l'industrie candienne dans le cadre du programme solaire.

[*Text*]

• 1720

Canada is fortunate in having developed a leading nuclear energy system. The CANDU reactor is recognized as the most reliable source of nuclear power. The association supports continued and increased research and development on both fission and fusion processes for nuclear power generation. This research must also address the treatment and secure disposal of nuclear wastes.

Oil substitution through greater use of coal and gas are short- to medium-term solutions that will buy time for development of systems that will ultimately provide energy independence. In considering coal as a substitute for oil, thought must be given to the solution of environmental and technical problems that in the past have led to the drastically reduced Canadian use of this source from 50 per cent in 1945 to 9 per cent in 1979.

At this point, for those of you following the brief, we have made another small addition.

The timing of the integration of coal gasification and liquefaction into the Canadian energy program should be carefully monitored to take advantage of worldwide technology advances in concert with the full utilization of existing oil and gas transportation facilities. The alternative to utilizing existing oil and gas transportation facilities would be a massive investment in rail facilities and upgrading—our point there being that with coal liquefication, the resulting products could be put into pipelines that are already in place.

The United States has long relied on a continued supply of natural gas from Canada. The implications of substantially reducing this supply to provide a substitute for oil in Canada must be carefully considered.

Natural gas also provides an economic feedstock to the petro-chemical industry. Limitation of supplies to this industry can result in loss of the value-added portion to the finished product used domestically or exported. Conservation of energy use could free natural gas required by the petro-chemical industry.

At the same time, the Association of Consulting Engineers of Canada would also like to stress the value of oil as a premium petro-chemical feedstock. Every effort should be made to conserve oil by the utilization of other sources in the generation of heat and power and for transportation in order that oil itself be available as a feedstock. This recommendation is contrary to what is identified in the national energy program.

One final comment on that section. Regarding the export sale of non-renewable energy, consideration should be given to agreements that would provide for the future replacement by the receiving country in equivalent energy value.

The next section of our brief addresses engineering support. The association has stressed again and again the need for energy conservation based on accountability. Economic and financial analyses do not portray energy savings effectively because future benefits are normally based on present fuel cost

[*Translation*]

Le Canada a la chance d'avoir pu mettre au point un système nucléaire de pointe. Le réacteur CANDU est reconnu comme la source d'énergie nucléaire la plus fiable. L'Association appuie la poursuite et l'accélération de la recherche et du développement tant de la fission que de la fusion, afin d'en tirer de l'énergie nucléaire. Cette recherche doit également porter sur le traitement et l'élimination des déchets nucléaires.

Le remplacement du pétrole par le charbon et le gaz constitue une solution à court et à moyen terme qui nous donnera le temps de mettre au point des systèmes nous permettant de devenir auto-suffisants. Si l'on veut utiliser du charbon pour remplacer le pétrole, il faut trouver des solutions aux problèmes techniques et écologiques qui, par le passé, ont entraîné une réduction dramatique de l'utilisation de cette ressource au Canada, de 50 p. 100 en 1945 à 9 p. 100 en 1979.

Pour ceux d'entre vous qui suivent sur le mémoire, nous avons ajouté quelque chose ici.

Il faudra prendre soin de synchroniser l'intégration de la gazéification et de la liquéfaction du charbon au programme énergétique avec les progrès technologiques. La seule façon de réduire la consommation de pétrole et de gaz par les moyens de transport serait d'investir massivement dans la construction et l'amélioration de nos chemins de fer. Une fois que le charbon aura été liquéfié, il pourra être transporté dans les pipe-lines actuels.

Les États-Unis dépendent depuis longtemps du Canada pour leurs approvisionnements en gaz naturel. Il faut étudier soigneusement les répercussions que pourrait avoir une réduction importante de ces expéditions, pour remplacer le pétrole utilisé au Canada.

Le gaz naturel alimente également l'industrie pétrochimique. La réduction des livraisons à cette industrie peut nous faire perdre la valeur ajoutée aux produits finis utilisés au pays ou exportés. La conservation de l'énergie nous permettrait de conserver du gaz naturel pour l'industrie pétrochimique.

En même temps, l'Association veut souligner la valeur du pétrole en tant que matière première de l'industrie pétrochimique. Il faut s'efforcer de conserver le pétrole en utilisant d'autres sources d'énergie pour produire de la chaleur et de l'électricité et pour les moyens de transport, afin que ce pétrole soit disponible comme matière première. Cette recommandation entre en contradiction avec ce que dit le programme énergétique national.

Une dernière observation à ce sujet. Pour ce qui est de l'exportation de l'énergie non renouvelable, il faudrait envisager la possibilité de conclure des ententes qui prévoiraient le remplacement futur de cette énergie par une énergie équivalente provenant du pays qui achète notre énergie.

Le chapitre suivant traite de l'appui technique. L'Association a répété à maintes reprises qu'il était nécessaire de baser la conservation de l'énergie sur l'imputabilité. Les analyses économiques et financières ne donnent pas une image exacte des économies réalisées en énergie parce que les avantages

[*Texte*]

and are unduly discounted. Energy accountability must be treated separately from immediate economic and financial accountability, as is done with safety, environment, defence and other strategic matters.

The consulting engineering profession must contribute to the setting of energy conservation guidelines and must be accountable for their implementation. Implementation of the national energy program will involve a substantial increase in the rate of capital expenditure for energy production. It is anticipated that over $300 billion of capital spending will be required for Canada to become energy self-reliant. Much of this capital will be spent on projects of a type that are new to Canada, some in the far north where the environment is extremely hostile.

The consulting engineering industry in Canada must be fully utilized for the design, project management and commissioning of these new plants. Consulting engineers in Canada have been in the forefront, both at home and abroad, in design and project management of large projects. Their expertise in new technology and innovative design is well recognized.

The ACEC stresses that to attain the government's objective of conservation and alternative energy development, the operation of its member firms should not be constrained by regional barriers nor should energy programs be allowed to build up a bureaucratic organization that will, in the end, stifle innovative development.

• 1725

We have made one further addition here. When the latest oil sands plant was implemented, emphasis was placed on developing a highly-specialized technical expertise required in Canada, and to quite an extent this was accomplished. Large highly-skilled technical groups are in place in this country, and unless the major oil sands and heavy oil projects currently on the books are undertaken in the near future, these teams will disperse and some of the skills will be lost to other fields and to other countries resulting in a need to import these skills in the future.

The final section of the report is the role of the consulting in energy research and development. The Science Council of Canada has, for the past two decades, echoed the national consensus that greater private sector activity in R&D is a condition central to the survival of Canada as an industrialized country and to economic strength in both. We endorse that view. In addition to the need to create a favourable business climate in Canada for increased R&D expenditures by the manufacturing sector, there is an equal, if not greater need, for the government to promote increased research and development in the energy field aimed towards achievement of Canadian self-reliance and also encompassing the related fields of resource management and environmental protection.

Consulting engineers, with involvement less in pure research than in technological innovation and application, form an ideal

[*Traduction*]

futurs sont normalement calculés d'après les coûts actuels du combustible. Les calculs concernant l'énergie doivent être distincts des calculs économiques et financiers, comme on le fait pour la sécurité, l'environnement, la défense et d'autres questions d'importance stratégique.

Les ingénieurs-conseils doivent contribuer à l'élaboration de lignes directrices pour la conservation de l'énergie et être tenus responsables de leurs applications. Le programme énergétique national doit comprendre une augmentation importante du capital investi dans la production d'énergie. On estime que plus de 300 milliards de dollars devront être investis pour que le Canada devienne auto-suffisant sur le plan énergétique. Une bonne partie de cet argent sera dépensé à des projets nouveaux pour le Canada, et certains se situeront dans le Grand Nord où l'environnement est extrêmement hostile.

Il faudra utiliser pleinement les compétences des ingénieurs-conseils du Canada pour concevoir et construire ces usines. Nous avons toujours été à l'avant-garde, tant au pays qu'à l'étranger, en ce domaine. Notre expérience des nouvelles techniques et des conceptions innovatrices est bien reconnue.

L'Association souligne que pour atteindre le double objectif du gouvernement de conservation et de remplacement de l'énergie, ses membres ne devraient pas être limités par des barrières régionales ou par des programmes d'énergie qui pourraient étouffer l'innovation en créant une bureaucratie trop lourde.

Nous avons ajouté quelque chose ici. Quand la plus récente de nos usines de sables bitumineux a été mise sur pied, nous avons souligné la nécessité pour le Canada de former des techniciens hautement spécialisés et jusqu'à un certain point, cela s'est fait. On dispose au pays des groupes de techniciens nombreux et hautement spécialisés et à moins que les grands projets d'exploitation des sables bitumineux et du pétrole lourd actuellement sur la planche ne soient réalisés sous peu, ces équipes se disperseront, se recycleront ou émigreront, si bien que nous devrons importer à l'avenir les gens possédant ces compétences.

La dernière tranche de notre rapport porte sur le rôle de l'ingénieur-conseil dans la recherche et le développement en énergie. Le Conseil des sciences du Canada a, depuis deux décennies, répété ce qui est déjà bien connu, c'est-à-dire que le secteur privé devrait être plus actif dans la recherche et le développement si nous voulons que le Canada survive à titre de pays industrialisé et qu'il ait les reins solides du point de vue économique à cet égard. C'est tout à fait notre avis. En outre, en plus du besoin de créer un climat favorable au Canada pour accroître les fonds consentis à la recherche et au développement par le secteur manufacturier, il faut que le gouvernement intensifie la recherche et le développement dans le secteur énergétique en vue de rendre le Canada auto-suffisant et qu'il ne néglige pas par ailleurs des secteurs connexes comme la gestion des ressources et la protection de l'environnement.

Les ingénieurs-conseils, qui s'occupent moins de recherche pure que d'innovations et d'applications technologiques, consti-

[*Text*]

development link between research and application. Of the more than $1 billion expended annually by the federal government on scientific research and development, only about $10 million or 1 per cent is contracted out to consulting engineers currently. Together, the government and our association must find ways to increase substantially this involvement in order to tap more effectively the technological resources that are available in consulting engineering firms. There is a reference there to a brief that was submitted some time ago to a special senate committee.

The Association of Consulting Engineers of Canada believes that primary government support for increased R&D activities in the private sector should, where practical, take the form of tax incentives rather than direct grants. Expenditures for legitimate R&D work should be treated under the Income Tax Act as those incurred in relation to mineral, oil and gas exploration. More appropriate grant programs should be designed to meet the needs and particular circumstances of small businesses.

Thank you, Mr. Chairman, members of the committee. I think we achieved that in 15 minutes rather than 20.

The Chairman: Very good. Thank you, Mr. McLennan.

Gentlemen, the floor is now open for questioning. Mr. Gurbin.

Mr. Gurbin: When a professional group such as yours talks about energy, there seems to be an automatic relationship to macro things, big projects, big industry, big-scale things. I do not know if that kind of reaction is typical of everybody else, but that is sort of the way it hits me. I just wonder, and I am not going to comment on what size our energy project should be, whether there is as much of an affinity in a group like yours to smaller-scale projects, the kind of unit and size that would relate more to a much less intense and much less of a demand-orientated type of energy scene.

Mr. McLennan: Yes. I think if we consider the figures quoted at the beginning of our report, with 900-member firms and 30,000 staff, the average size of an ACEC consulting engineering firm is 33 people. In fact, half of our members have seven employees or less. So, we are very concerned with small projects as well. Of the 900-member firms, something over 100, according to some surveys we have done internally, are already involved in energy conservation, energy management, energy auditing, and the kinds of energy alternatives that apply at a small scale and can be handled by relatively small firms. I think when we summarize our numbers and talk about it being a $1.5 billion a year industry, it makes people think we are in fact only interested in tar sands plants or major dams or that kind of thing.

[*Translation*]

tuent le trait d'union idéal entre la recherche et ses applications. Le gouvernement fédéral dépense annuellement plus d'un milliard de dollars pour la recherche et le développement scientifiques. Cependant, seuls 10 millions de dollars ou 1 p. 100 représentent des contrats adjugés à des ingénieurs-conseils. Notre Association et le gouvernement doivent trouver ensemble des moyens d'augmenter substantiellement ces dépenses afin de tirer le meilleur parti possible des ressources technologiques disponibles actuellement au sein des cabinets d'ingénieurs-conseils. Nous touchons cette question dans un mémoire qui a été présenté il y a quelque temps à un comité sénatorial spécial.

L'Association des ingénieurs-conseils du Canada estime que pour appuyer les activités de recherche et de développement dans le secteur privé, le gouvernement pourrait, au premier chef, quand cela est pratique, offrir des encouragements fiscaux plutôt que des subventions directes. Les dépenses au titre de la recherche et du développement devraient faire l'objet d'une disposition de la Loi de l'impôt tout comme le sont celles qui sont reliées à la prospection de minéraux, de pétrole et de gaz. Des programmes de subventions mieux pensés devraient être mis au point pour répondre aux circonstances et aux besoins particuliers des petites entreprises.

Merci, monsieur le président, merci, messieurs les membres du Comité. Je pense que nous n'avons pris que 15 minutes plutôt que 20.

Le président: Très bien. Merci, monsieur McLennan.

Messieurs, nous passerons maintenant aux questions. Monsieur Gurbin.

M. Gurbin: Quand un groupe de professionnels tel que le vôtre parle d'énergie, il semble qu'automatiquement on parle de grands projets, de grande industrie, d'entreprises à grande échelle. Je ne sais pas si cette réaction est typique des autres, mais cela me frappe. Sans vouloir donner des précisions quant à la taille des projets énergétiques, je demanderais aux représentants d'un groupe tel que le vôtre s'ils s'intéresseraient à des projets de plus petite envergure, à des projets unitaires et de taille qui seraient reliés dans une moindre mesure à la demande en énergie.

M. McLennan: Je vois. D'après les chiffres que nous citons au début de notre rapport, l'Association regroupe 900 firmes représentant au total 30,000 employés, c'est-à-dire environ 33 personnes par cabinet d'ingénieurs-conseils. En fait, la moitié de nos membres n'ont que 7 employés ou moins. Les petits projets nous intéressent donc tout autant. Des 900 firmes en cause, environ 100, d'après les enquêtes que nous avons faites, s'occuperaient de conservation énergétique, de gestion énergétique, de vérification, d'énergie de remplacement, tout cela à une petite échelle à la portée de petits cabinets. Je suppose que quand on fait la somme de tous les chiffres et qu'on aboutit à 1.5 milliard de dollars annuels pour l'industrie, les gens sont portés à croire que nous ne nous intéressons en fait qu'aux usines de sables bitumineux ou aux grands barrages.

[*Texte*]

• 1730

The section in our brief on research and development—I believe by far the larger number of our member firms involved in scientific research and development are the small firms, looking particularly at medium to small-size application of energy alternatives. The briefs we refer to in our appendix—a brief to the Prime Minister talked about taxation things which affect our smaller members; the brief to the Minister of Energy, Mines and Resources was on small hydroelectric projects; the brief to Energy, Mines and Resources in 1978 was on retrofitting industrial plants which is a rather micro-scale aspect in the very broad spectrum being looked at by your committee; the final brief was referred to the Senate, especially on the role of Canadian consulting engineers in Canada's future—again related to the very broad spectrum. We have a continuing attempt to try to find a role at the small and medium scale for the vast majority of our members, who are what would be described as small business and are spread across the country. We have member firms in all the provinces and in both the territories.

You might wish to add to that.

Mr. D. Farlinger (Chairman, Energy Affairs Standing Committee, Association of Consulting Engineers of Canada): Yes, I might just add to one point Mr. McLennan touched upon. Small hydro plants are referred to in our brief today, and a brief was presented about a year ago on small hydro projects. They can be economically used in remote locations to replace diesel-fired generating plants and plants of that nature. These would be in the order of 10 to 15 megawatts, perhaps, so they are small plants.

Mr. Gurbin: When we get into the area of alternate technology, we have had some reports about the employment opportunities which might be created from going into solar, particularly—I think it was a better example. Do you think your association has sympathy with that view and a feeling for it they are promoting, or is it something that is not apt to be embraced or encouraged by your people?

Mr. McLennan: Perhaps one of the other members of the committee might wish to comment on it. I will put my foot in my mouth and then they can correct me if they wish.

In one discussion I can recall participating in we thought of our potential involvement in the solar program as being very premature, in that most of the solar applications the gentlemen who were discussing it at the time were familiar with were very much manufacture-oriented and did not have much of an engineering or architectural application per se; they were systems being designed and marked by manufacturers and applied at the house scale, the individual home scale, where traditionally there is little or no involvement in a professional sense. So we referred to the solar program in the sense of looking at solar programs which apply to climates and condi-

[*Traduction*]

Le chapitre de notre mémoire qui porte sur la recherche et le développement prouve que la vaste majorité de nos membres qui s'intéressent à la recherche et au développement scientifiques sont de petits cabinets, cherchant en particulier des énergies de remplacement à petite et moyenne échelle. Les mémoires dont nous parlons à l'annexe, notamment un mémoire adressé au Premier ministre au sujet de la fiscalité, concerne les plus petites firmes et le mémoire adressé au ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources portait sur des projets hydro-électriques de petite envergure. En effet, ce mémoire, qui remonte à 1978, portait sur la possibilité de réadaptation de certaines usines, ce qui serait une entreprise de petite envergure comparativement à la portée plus vaste du mandat de votre Comité. Par ailleurs, nous faisons allusion à un mémoire que nous avons envoyé au Sénat et qui concerne le rôle des ingénieurs-conseils canadiens pour l'avenir du pays. Nous essayons constamment de trouver un rôle qui convienne à nos membres qui sont constitués de petits et de moyens cabinets, qui font partie de ce que l'on appelle la petite entreprise et qui sont dispersés à travers le pays. Nos membres sont répartis dans toutes les provinces et dans les deux territoires.

Peut-être que mon collègue peut ajouter quelque chose là-dessus.

M. D. Farlinger (président, Comité permanent des questions énergétiques, Association canadienne des ingénieurs-conseils): En effet, je voudrais ajouter des précisions à une question soulevée par M. McLennan. Les petites centrales hydro-électriques dont nous parlons dans notre mémoire aujourd'hui ont fait l'objet d'un mémoire qui a été présenté il y a environ un an. Elles peuvent être utilisées de façon rentable dans les régions éloignées pour remplacer les centrales au diesel ou d'autres centrales du même genre. Chacune des centrales représenterait environ 10 à 15 mégawatts, ce qui fait qu'elles seraient petites.

M. Gurbin: Pour ce qui est de la technologie de remplacement, on nous a signalé les débouchés qui pourraient être créés si on passait par exemple à une utilisation plus intense de l'énergie solaire. Est-ce que votre Association favoriserait cela, est-ce qu'elle serait prête à en faire la promotion ou au contraire, est-ce que c'est là un domaine qui n'intéresse pas vos membres?

M. McLennan: Peut-être qu'un autre membre du comité voudrait répondre à cette question. Je voudrais d'abord essayer et si je fais une gaffe, on me reprendra.

Je me souviens d'une discussion en particulier dont il est ressorti que l'énergie solaire était peut-être prématurée dans notre cas, car la plupart des gens qui s'intéressaient à cette forme d'énergie à l'époque étaient du domaine manufacturier, les applications architecturales ou d'ingénierie étant assez limitées. Il existait alors des systèmes mis au point et mis en marché par des manufacturiers et destinés aux maisons privées. D'ordinaire, nos compétences dans ces cas-là ne sont à peu près pas requises. Nous avons donc envisagé les programmes d'énergie solaire du point de vue des conditions climatiques qui sont propres au Canada plutôt que du point de vue

[*Text*]

tions like ours rather than the solar program orientation in the U.S., which relates to the sun belt, where they have many more hours of sunshine.

Mr. O. Scudamore (Member, Energy Resources Sub-Committee, Association of Consulting Engineers of Canada): I would like to comment a little on two points, the one you asked first about the involvement in small projects, and certainly many conservation and retrofit projects are quite small. Our firm has recently done two energy conservation conversions, which are both in the order of $10 million capital cost, one a change of process which related to a substitution of coal. So there are many, many medium to small-size projects.

• 1735

On the solar side, I would second what Mr. McLennan has said. I think that the emphasis placed on solar is premature and that it is being directed primarily at the household as opposed to the total energy scene with a few exceptions of commercial buildings and some of the institutional buildings.

Mr. Gurbin: I think you are coming to an interesting point that maybe we should try to develop just a little bit. I think it might be important to our understanding as to whether or not we can provide effective direction if, say, we wanted to accomplish something in terms of solar. I am not saying that is the only thing I am thinking of, but it is typical of a problem. Are you saying that your association is really out of the mix in terms of developing new solar equipment now? And that this is because either there is no market or because you are not invited in, and manufacturers are doing the research and development, or the systems integration, on their own?

Mr. Scudamore: I would say that is essentially true.

Mr. Gurbin: So that gap would be a fault really from my point of view, if I were trying to make something happen.

Mr. Scudamore: I think our main concern is that the number of dollars being invested is being invested, as I said, for household application as opposed to major energy conservation.

Mr. Curbin: Are you saying you are not interested in that then?

Mr. Scudamore: Oh, we could be interested but as a means of investing our R&D dollar or our investment dollar generally. I think we can achieve far more in energy conservation by other means than we can by concentrating on this type of device for the housing and commerical area.

Mr. Gurbin: Thank you, not that it was an important point . . .

Mr. Scudamore: It think Mr. Greer would like to speak on that.

Mr. Gurbin: . . . and I am not trying to take one side or another of this right now but if this were going to happen anyway, one of the things that is happening now is that people are concerned about the type of equipment required. They do

[*Translation*]

américain, où l'exposition au soleil est beaucoup plus intense qu'ici.

M. O. Scudamore (membre, Sous-comité des ressources énergétiques, Association canadienne des ingénieurs-conseils): Je voudrais faire des remarques à deux propos: vous avez parlé des petits projets. Il est entendu que beaucoup de projets de conservation et de réadaptation sont très petits. Dans notre cas, notre cabinet a participé à deux projets de conversion pour la conservation de l'énergie, chacun d'eux représentant 10 millions de dollars en capital, et dans un cas il s'agissait de remplacer l'utilisation du charbon. Il existe quantité de projets de taille moyenne ou petite.

Pour ce qui est de l'énergie solaire, j'abonde dans le même sens que M. McLennan. A cet égard, je pense que c'est prématuré car cette énergie n'est applicable que dans le cas de maisons particulières, qu'elle n'englobe pas, à quelques exceptions près, les édifices commerciaux ou les édifices du même genre.

M. Gurbin: Je pense que vous touchez là une question intéressante et qu'il vaudrait la peine de s'y attarder car il est important que nous comprenions bien la situation afin de pouvoir faire des recommandations appropriées. Je ne dis pas que l'énergie solaire soit la seule énergie de remplacement mais c'est un exemple typique. Voulez-vous dire que votre Association ne s'intéresse pas actuellement à mettre au point de l'équipement solaire, soit parce qu'il n'existe pas encore de marchés ou parce que les manufacturiers qui s'occupent de la recherche et du développement et des systèmes d'intégration n'invitent pas votre participation et font cavalier seul.

M. Scudamore: En substance, c'est cela.

M. Gurbin: Ce manque de collaboration constitue, à mon avis, une lacune si nous voulons que les choses évoluent.

M. Scudamore: Nous nous inquiétons des sommes considérable qui sont investies pour une application domestique par opposition à un plan de conservation majeur.

M. Gurbin: Cela ne vous intéresse pas alors?

M. Scudamore: Cela nous intéresserait mais il faut considérer le total des sommes dont nous disposons pour l'investissement dans la recherche et le développement et en général, je pense que nous pouvons réaliser plus du côté de la conservation énergétique par d'autres moyens qu'en concentrant nos efforts sur ce genre de système limité à l'usage domestique et commercial.

M. Gurbin: Merci. Ce n'est pas que . . . .

M. Scudamore: Je pense que M. Greer voudrait ajouter quelque chose.

M. Gurbin: Je n'essaie pas de prendre position pour l'instant, mais si c'était là une énergie de remplacement intéressante, il faudrait que nous nous préoccupions de l'équipement exigé. Actuellement, les gens ne peuvent pas se fier à l'équipe-

[*Texte*]

not have enough confidence in the equipment to use it. Could that be in part because people like yourselves are not directly involved, even though it is not cost effective right now? I am not trying to make that argument, okay? I am just asking.

Mr. J. L. Greer (Past-Chairman, ACEC Energy Affairs Standing Committee, Association of Consulting Engineers of Canada): Could I attempt to answer that?

The Chairman: Mr. Greer. Please do.

Mr. Greer: I am Larry Greer. I concur with what these gentlemen have said. But do not get us wrong. Our group of consulting engineers are involved with solar. Some of our firms are working on developing solar now, but we do not think the emphasis should be put by your committee on that. I do not think it is going to play a major role in the near future. In the long term certainly it is going to play a part.

You asked a question as to whether it will provide employment and it will in our industry, certainly but in a very small way. Employment, of course, is being created more by the manufacturers who are producing these components than by our industry. So really, our industry is not going to utilize a lot of people in this development of solar at this point in time.

Mr. Gurbin: You answered that question very well and I now understand. Thank you.

Mr. Greer: But really our group is working with it. We are very aware of its capabilities and potential. However, certainly for Canada we do not feel that the potential for solar is as great as in other countries particularly the States. We think that there should be continuing development of solar but I do not believe your group should count on it as a major resource in the near future.

Mr. Gurbin: I have two quick questions left now which are on quite different topics. It is our understanding that there will be a tremendous drain say in a tar sands plant on the engineering profession and, in fact, that there may not be enough engineers available. I guess Imperial Oil is talking about 500 or 600 people that they have got as a group, although I do not know how many of those are engineers. However, I do know that in Fort McMurray from talking to people at the Syncrude facilities I learned that they are really concerned about the ability to have engineering services available for a lot of those projects the same time. How much of a limiting factor is that really? And, at the same time as you are answering that question could you give us an indication of how much co-operation you receive when you deal with governments, if you do deal with them directly.

• 1740

Mr. McLennan: I would like to come back and seek some clarification on that second question. On the first one: Yes, there is already, and it appears that it will worsen, a shortage of technical manpower—engineers and technicians. However, that shortage is being addressed. We are studying it in our association and government is in a broad sense looking at it through the committee on employment opportunities for the

[*Traduction*]

ment. Est-ce que c'est parce que des gens comme vous ne s'y intéressent pas assez, compte tenu du fait que ce n'est pas assez rentable pour l'instant? Je vous pose la question tout simplement, je ne prends pas parti.

M. J. L. Greer (président sortant, Comité permanent sur les questions énergétiques, Association canadienne des ingénieurs-conseils): Puis-je essayer de répondre?

Le président: Allez-y, monsieur Greer.

M. Greer: Mon nom est Larry Greer. J'appuie ce que viennent de dire mes collègues. Ne vous méprenez pas cependant. Notre groupe d'ingénieurs-conseils s'intéresse à l'énergie solaire. Certains de nos membres y travaillent actuellement mais nous ne pensons pas qu'il serait opportun que votre Comité y mette l'accent. Je ne pense pas que dans un proche avenir l'énergie solaire jouera un rôle majeur. A long terme, elle aura certainement un rôle à jouer.

Vous avez demandé si cela offrirait des débouchés. Bien sûr cela en offrira à notre industrie, mais très peu. Les débouchés proviendront beaucoup plus des manufacturiers qui produisent l'équipement que de notre industrie à nous. Notre industrie n'emploiera pas beaucoup plus de gens pour l'instant malgré ces nouveaux développements.

M. Gurbin: Je comprends maintenant. Vous avez très bien répondu. Merci.

M. Greer: Notre groupe y travaille cependant, mais nous sommes très conscients des capacités et du potentiel de cette sorte d'énergie. Quoi qu'il en soit, nous ne pensons pas qu'au Canada l'énergie solaire constitue un potentiel aussi vaste que dans d'autres pays, notamment aux États-Unis. Nous pensons qu'il faut poursuivre nos efforts à cet égard mais nous ne pensons pas que notre groupe doive en faire la ressource majeure de l'avenir.

M. Gurbin: J'ai deux brèves questions à poser sur des sujets très différents. On nous dit que le grand projet de sables bitumineux va créer une demande intensive pour les services des ingénieurs et il se peut qu'il y ait pénurie d'ingénieurs. Je pense que l'Imperial Oil envisage d'avoir recours aux services de 5 ou 600 ingénieurs et qu'elle peut déjà compter sur une équipe, même si je ne sais pas si cette équipe est uniquement constituée d'ingénieurs. Néanmoins, je me suis entretenu avec des représentants de la Syncrude à Fort McMurray et j'ai appris qu'on se préoccupait de la pénurie possible de services d'ingénieurs pour beaucoup des grands projets qui seront réalisés. Est-ce que ces craintes sont fondées? En répondant à cette question, pourriez-vous me dire si vous pouvez compter sur la collaboration de gouvernements à cet égard, si vous traitez avec eux directement?

M. McLennan: Pouvez-vous préciser votre deuxième question? En attendant, en réponse à la première, je vous dirai qu'effectivement il semble exister une pénurie de main-d'œuvre technique, d'ingénieurs et de techniciens. Quoi qu'il en soit, on fait actuellement le nécessaire pour y remédier. Notre association se penche sur la question et le gouvernement, d'une façon plus générale, l'étudie également par l'intermédiaire de

[*Text*]

80's and we are preparing a paper to put in on that. We did mention it in our brief to the Prime Minister. We have a bit of a paradox in our association. Some of our member firms have a shortage of work, while others have a shortage of skilled personnel. This is something that a number of agencies, groups and governments are discussing at this time—ways to resolve it. We believe, as an association, that there is a resource residing in certain parts of government where there are technical resources available that are under-utilized or applied in an administrative sense, rather than a technical sense. I think if we stand back and take a broad look at our technical manpower needs in the 1980s, we might find that we do not have so much of a shortage as we have people spread around. I think that was what we were referring to when we said that if there is a major delay in the Cold Lake project or in the Alsands projects or in similar projects that the skilled petroleum, civil, mechanical, electrical, or chemical engineers, who are in these teams, will wind up becoming employed in other sectors. You might have someone very skilled in the oil sands business winding up managing an industrial concern because, in fact, he was unemployed for a year and a half because something did not go ahead—I mean unemployed in that sector. So, certainly that is a problem, but I think it is a soluble one.

The second aspect of your question I would like you to clarify. You were talking about dealings with governments.

Mr. Gurbin: Yes. It seems to me that your organization—I cannot remember how many people you said were members—must have a tremendous impact on what happens in research and development, particularly at the development phase or in mission-orientated research, that kind of thing. Do you feel the inter-relationship between governments and all the different ways we try to encourage scientific activity or research in developmental activity seem to be a problem? What I was trying to get from you was an indication from your point of view what the problem is?

Mr. McLennan: Well, we feel that we have quite a problem and that is why we presented a brief to the Prime Minister. We do not do that very often. It was our first over-all brief to the Prime Minister in four years. We feel that we have substantial problems in dealing with the government. We have extreme difficulty in getting our message heard. If we talk about the size of our industry and the number of firms and the number of employees, it sounds large. But for us to have an ongoing, senior-level relationship with government seems very difficult because we are not large when we are competing for time in a minister's office against the Canadian Manufacturers Association or other groups. We feel we do not have a good, ongoing, senior-level relationship.

There are certain aspects of legislation and regulations which are causing quite a few problems for our firms and we have made presentations on those matters and at this point in time we do not seem to be having any impact at all; we get

[*Translation*]

son comité sur les perspectives d'emploi dans les années 80. Nous préparons actuellement un mémoire à l'intention de ce comité et nous en avons parlé dans notre mémoire adressé au premier ministre. Notre association offre un certain paradoxe. Certains de nos membres n'ont pas assez de travail tandis que d'autres n'ont pas assez de personnel qualifié. Actuellement, certains organismes, certains groupes et les gouvernements discutent de la question. L'association est d'avis qu'il y a certaines ressources au sein du gouvernement qui sont compétentes et qui sont sous-utilisées pour des tâches administratives plutôt que techniques. Je pense que si nous réfléchissons bien à nos besoins en main-d'œuvre technique pour les années 80, nous découvrirons que la pénurie n'est pas si intense qu'on le croit et qu'il y a des gens compétents un peu partout. C'est cela que nous avons voulu dire quand nous avons fait allusion au retard qui existe dans le cas des projets de Cold Lake et Alsands et dans le cas d'autres projets qui exigent toutes sortes de compétentes, des ingénieurs civils, des ingénieurs en génie mécanique, électrique ou chimique, et des experts en pétrole qui sont prévus sur ces équipes mais qui, à cause du retard précisément, iront trouver du travail ailleurs. Il se peut que quelqu'un qui connaisse très bien les sables bitumineux se retrouve dans l'administration d'un projet industriel parce que le projet qu'il envisageait au départ n'a pas démarré. Il existe bien sûr un problème mais je pense qu'on peut y trouver une solution.

Maintenant, pouvez-vous préciser votre deuxième question? Vous parliez de nos rapports avec les gouvernements.

M. Gurbin: En effet. Il semble que votre association, et je ne me souviens pas du nombre de vos membres, doit avoir un mot important à dire pour ce qui est de la recherche et du développement, surtout en ce qui a trait à la recherche orientée vers des projets précis. Pensez-vous que vos rapports avec les gouvernements, qui essaient d'encourager au maximum l'activité scientifique, l'activité de recherches appliquées, constitue un problème? J'aimerais que vous me disiez ce que vous pensez d'un problème éventuel à cet égard?

M. McLennan: En effet, il existe tout un problème. C'est pour cela que nous avons présenté un mémoire au premier ministre. Nous ne le faisons pas souvent. C'est la première fois que nous le faisons depuis quatre ans. Nous pensons que nous avons de graves problèmes dans nos rapports avec le gouvernement car nous avons du mal à nous faire entendre. Quand nous parlons de notre industrie du point de vue de son importance et du nombre de ses membres, du nombre de ses employés, elle semble énorme. Mais pour entretenir des rapports à un échelon élevé avec le gouvernement, nous faisons face à toutes sortes de difficultés car nous ne sommes pas assez importants pour obtenir nos entrées chez les ministres, en tout cas pas aussi importants que l'Association canadienne des manufacturiers ou d'autres groupes. Nous ne pensons pas que nos rapports aux échelons supérieurs soient aussi bons qu'ils devraient l'être.

Certains éléments des mesures législatives ou des règlements causent beaucoup de problèmes à nos membres et même si nous avons exposé nos revendications, nous ne semblons pas obtenir satisfaction pour l'instant. On nous met dans le même

[*Texte*]

grouped with a bunch of other people. Certainly, there are certain things that are hurting our export capabilities right now. And with the poor economic climate in Canada many of our firms have been encouraged to look at export as an opportunity and changes in taxation and determination of residence and so on. Of course these are not problems for your committee, but they are certainly problems for our member firms.

We find that we have a very hard time getting our simple message across. We try to write very brief briefs and keep the message simple, but we do not seem to frame nearly as much success in that as we would like to.

• 1745

Mr. Gurbin: It is a communication problem, is that what you are saying?

Mr. McLennan: No, I think it is a lack of interest. I think our association is not big enough to have enough impact. Our firms tend to be small firms, as I mentioned earlier, and we just do not seem to have the kind of impact that we should have. We not in the perspective, and coming into our brief, the fact that in the consulting engineering field and the engineering profession generally there is no other group of professionals that is so involved in the physical side of our life style. We are involved in every aspect of economic life and yet, as a group, we seem to be invisible and we do have a hard time getting our message across.

Mr. Farlinger: There are a couple of points I would like to make, if I may. One of the difficulties we do have, as pointed out in our brief, is that, for example, of the billion dollars expended annually by the federal government on scientific research we would like to get a greater piece, and I think consulting engineers cold certainly contribute to scientific research in this country. Only about $10 million is contracted out annually to consultants.

I would like to address your first question, if I might, also. Ken noted the anomaly that in some regions of the country the engineering firms, consulting firms, are over-extended; in other regions they are under-utilized. A growing problem that we find in the consulting industry is that there seems to be a growth of parochialism or regionalism, where it is difficult for consulting firms to operate right across the country, and we have also mentioned that in our brief.

The Chairman: That is a rather odd thing, because the NRC people tell us the direct opposite, if I remember correctly, that due to restraints on the number of personnel they can have, but still having, I think, sufficient funds for research, they had to farm out so much that their scientists were becoming managers of projects. They wanted to have enough scientists on board so that they could at least keep 15 or 20 per cent of their research in house.

You are telling us the direct opposite. It seems to me that if we take what NRC has told us, then it must be other government departments with their R&D funds, not NRC.

[*Traduction*]

panier que beaucoup d'autres gens. Bien sûr, il y a certaines entraves à nos capacités d'exportation actuellement. La conjoncture économique au Canada n'est pas très bonne et on a encouragé beaucoup de nos firmes à se tourner vers l'exportation, ce qui a des ramifications du côté de l'impôt, de la résidence, etc. Bien sûr, il ne s'agit pas de problèmes qu'étudie votre comité mais ce sont des problèmes auxquels nos membres font face.

Nous avons beaucoup de mal à obtenir une oreille attentive à nos messages qui sont pourtant très simples. Nous essayons de réduire nos mémoires à leur plus simple expression, pour que le message soit simple, mais nous ne semblons pas réussir à communiquer nos revendications.

M. Gurbin: C'est donc un problème de communication, n'est-ce pas?

M. McLennan: Non, c'est un manque d'intérêt. Je pense que notre association n'est pas assez importante pour avoir quelque incidence que ce soit. Nos membres sont de petits cabinets, comme je l'ai déjà dit, et nous ne semblons pas obtenir de résultats. Nous essayons de faire ressortir dans nos mémoires le fait que dans le domaine du génie conseil et du génie en général, il n'y a pas d'autres groupes professionnels qui aient une telle incidence sur l'aspect matériel de notre style de vie. Nous touchons à tous les aspects de la vie économique et, cependant, en tant que groupe, nous semblons quantité négligeable et nous avons du mal à communiquer notre message.

M. Farlinger: Permettez-moi de faire quelques remarques. Une des difficultés que nous éprouvons, comme nous le précisons dans notre mémoire, provient du fait que du milliard de dollars que consent chaque année le gouvernement fédéral à la recherche scientifique, nous n'obtenons pas une part assez importante et je pense que les ingénieurs-conseils ont certainement une contribution à offrir à la recherche scientifique au pays. Les contrats adjugés chaque année à des experts conseils ne représentent que quelque 10 millions de dollars.

Je voudrais répondre à votre première question. Ken a fait remarquer que dans certaines régions du pays les cabinets d'ingénieurs-conseils semblent être surchargés alors que dans d'autres régions ils sont sous-utilisés. Dans le domaine du génie conseil, il semble se dessiner une forme de régionalisme, d'esprit de clocher, si bien qu'il est difficile pour un cabinet d'étendre ses opérations à l'échelle nationale. Nous en parlons également dans notre mémoire.

Le président: C'est singulier, car les représentants du Conseil national de recherches nous disent que c'est le contraire. Si je me souviens bien, malgré les restrictions sur leur effectif, ils affirment qu'il y a assez de fonds consentis à la recherche si bien qu'ils sont forcés d'adjuger des contrats et que leurs scientistes en sont réduits à n'être tout simplement que directeurs de projets. Ils voudrait avoir assez de scientistes au sein même du Conseil pour que ce dernier puisse s'occuper d'au moins 15 à 20 p. 100 de toute la recherche.

Vous nous dites le contraire. Nous sommes donc forcés, si nous croyons le Conseil national de recherches, de conclure

[*Text*]

Mr. Farlinger: Maybe Ken could comment on that.

Mr. McLennan: Yes, Mr. Chairman. In terms of R&D and the amount of R&D contracted out—I would like to speak to that a little bit—our Mr. Tremblay, our association vice-president, is also chairman of our R&D committee and you could seek additional comment from him.

Basically much of that R&D is contracted out to the manufacturing sector and also to universities, and this is something that we have addressed in our brief; it is a very unfair form of competition. As private sector independently-owned companies, we are often asked to compete with universities for research projects. Well, we can not; I am sorry. We have no way to write off our office space and we do not have the taxpayers helping us to compete for that R&D.

The methods of contracting out are very unprofessional. It seems the more highly technological the information or the program required, the more they put it on a price basis, which is absolutely ridiculous, and we have been trying to get a message across to governemnt that they should not be calling for bids for professional work, and the higher the technology the less applicability that has. And yet government's contracting out programs are directed that way.

The Chairman: In other words, they are not using engineering firms as such very much; they are using either universities or manufacturing concerns.

Mr. McLennan: Yes, yes.

The Chairman: That answers my question. There was a direct difference there. My impression was the direct opposite.

Mr. Gurbin: Just on the same theme . . .

The Chairman: I am sorry I cut in on you, Mr. Gurbin.

Mr. Gurbin: I am happy. I would just like to clarify that a little more.

Who, in those manufacturing firms, does the work, then? Do they not have to go to an engineering consultant to get things done or hire an engineer themselves?

• 1750

Mr. McLennan: Many of the manufacturing concerns and the kinds of firms who might get some of this research from NRC and other research companies, and I do not want to get into company names, but certain companies are researching, developing and marketing high technological equipment materials. And when NRC or another government agency involved in research might have a program but not have the staff to do it, they would probably be inclined to go directly to the one, or two, or three manufacturers or equipment suppliers who are in that field, and say, here is something that we want to do some more research on that is fairly closely related to what you are doing, whether it is linear induction motor, or a

[*Translation*]

que d'autres ministères, non pas le Conseil, donnent des fonds pour la recherche et le développement.

M. Farlinger: Peut-être que Ken a quelque chose à dire là-dessus.

M. McLennan: Monsieur le président, au sujet des sommes consacrées à des contrats de recherche et de développement, M. Tremblay, vice-président de notre association et également président du Comité sur la recherche et le développement, aurait quelque chose à ajouter.

En fait, beaucoup des fonds consacrés à la recherche et au développement servent à des contrats adjugés au secteur manufacturier et également aux universités. Nous le signalons dans notre mémoire. Cette concurrence est très injuste. Nous faisons partie du secteur privé et on nous demande de faire concurrence aux universités pour l'obtention de projets de recherche. Nous ne pouvons pas relever ce défi, c'est regrettable. Nous ne pouvons pas, par exemple, déduire les frais de maintien d'un bureau et nous n'avons donc pas d'encouragements fiscaux pour pouvoir leur faire concurrence à cet égard.

La façon dont les contrats sont adjugés ne va pas non plus. Plus le projet est de haute technologie, plus on met l'accent sur le prix demandé, ce qui est ridicule. Nous avons essayé d'expliquer au gouvernement que cela ne va pas. On ne peut pas procéder par appel d'offres quand il s'agit de services professionnels et que plus la technologie est complexe, moins elle a d'applications. Cependant, les méthodes d'adjudication des contrats sont orientées de cette façon.

Le président: En d'autres termes, on ne fait pas appel aux cabinets d'ingénieurs comme tels. On utilise plutôt les universités et le secteur manufacturier, n'est-ce pas?

M. McLennan: C'est cela.

Le président: Cela répond à ma question. Il y a donc une différence importante ici. J'avais l'impression que c'était le contraire.

M. Gurbin: A ce propos . . .

Le président: Excusez-moi, monsieur Gurbin.

M. Gurbin: Je voudrais obtenir des précisions.

Qui dans le secteur manufacturier s'occupe de cette recherche alors? Fait-on appel à des firmes d'ingénieurs-conseil pour remplir le contrat ou les manufacturiers embauchent-ils un ingénieur?

M. McLennan: Je ne tiens pas à citer de noms, mais beaucoup des manufacturiers qui obtiennent des contrats de recherche du Conseil national de recherches ou d'autres sociétés de recherches, s'occupent de la recherche, du développement et de la commercialisation d'équipements hautement techniques. Par exemple, si le Conseil national de recherches ou un autre organisme gouvernemental a un programme de recherches sans pouvoir compter sur l'effectif nécessaire pour le concrétiser, il a tendance à s'adresser directement à un, ou deux, ou même trois manufacturiers ou fournisseurs d'équipements dans le domaine. On leur dit alors, dans le cas d'un moteur à induction linéaire ou d'une cellule à carburant, voilà

[*Texte*]

fuel cell. We were talking earlier about solar and there have been government programs in solar, and most of those programs have gone directly to manufacturers.

Mr. Gurbin: That is precisely what I was thinking of . . .

Mr. McLennan: Directly to manufacturers.

Mr. Gurbin: In Toronto, we visited a firm where they were doing their own research, as far as I could tell. Now they were getting some of their technology from the States, but they seemed to be doing their own things in-house, as far as I could tell. That is the way it was.

The Chairman: This is the Enertech?

Mr. Gurbin: No, Solartech.

The Chairman: Solartech.

Mr. Gurbin: I wonder Solartech, yes. I wonder if our . . .

The Chairman: I think we have another comment coming up here.

Mr. Scudamore: Mr. Scudamore, again.

On that particular area, when it does go to the manufacturer, in most cases the manufacturers are subsidiary companies of large foreign firms.

Mr. Gurbin: That was what I was thinking.

Mr. Scudamore: Nine times out of ten, all you are getting is a window dressing on what has been done somewhere else. In other words, we Canadianize something that has been developed in another part of the world. That does not always produce the best results for Canada.

Mr. Gurbin: I wonder whether our Project manager could just comment. I do not know if I am missing something here or not, but are these people being squeezed out? Are we now getting a group who, as they should be, are presenting their view to us, but are they an honest competition for what is really happening?

Mr. Clay: Well, the impression certainly seems to be that they are being overlooked on the government side, and my question would be, just where does most of your work derive from?

Mr. McLennan: I can tell you fairly accurately that 4 per cent of it comes from the federal government, 46 per cent of it from provincial and municipal governments, and 50 per cent of it from the private sector. And, when you ask if we are . . .

The Chairman: Is some of that private sector calling on you as a result of government contracts? In other words, if company . . .

Mr. McLennan: Right, to a samll extent.

The Chairman: . . . has a million dollar R and D from the federal government, and they do not have enough people, do they call on you?

[*Traduction*]

un domaine où nous voudrions que vous fassiez de la recherche car c'est étroitement lié à vos activités. Il a un instant on parlait de l'énergie solaire et quand il y a eu des programmes gouvernementaux dans ce domaine, ce sont les manufacturiers qui les ont menés à bien.

M. Gurbin: C'est précisément ce à quoi je songeais . . .

M. McLennan: On s'est donc adressé directement aux manufacturiers.

M. Gurbin: A Toronto, nous avons rendu visite à une compagnie qui s'occupait de sa propre recherche. Elle obtenait cependant aux États-Unis la technologie dont elle avait besoin. Mais il n'en demeure pas moins que cette compagnie faisait sa propre recherche. C'est ainsi que cela se passait.

Le président: S'agit-il d'Enertech?

M. Gurbin: Non, de Solartech.

Le président: Je vois.

M. Gurbin: En effet, il s'agit de Solartech. Je me demande si . . .

Le président: Je pense que nous avons une réplique à cela.

M. Scudamore: C'est de nouveau à mon tour.

Dans ce secteur en particulier, c'est le manufacturier qui obtient le contrat mais la plupart des manufacturiers sont des filiales de grandes sociétés étrangères.

M. Gurbin: C'est bien ce que je pensais.

M. Scudamore: 9 fois sur 10, ce fait est camouflé. En d'autres termes, nous «canadianisons» quelque chose qui a été mis au point ailleurs. Ce n'est pas toujours susceptible de servir les intérêts canadiens.

M. Gurbin: Est-ce que notre gérant de projet pourrait faire des remarques là-dessus. Peut-être que je me trompe mais j'ai l'impression que ces gens sont évincés. Nous avons ici les représentants d'un groupe qui nous présentent leur point de vue mais ils ne semblent pas être dans la course.

M. Clay: J'ai l'impression qu'ils sont un peu laissés pour compte pour ce qui est des contrats gouvernementaux et cela m'amène à leur demander d'où ils tirent leurs contrats?

M. McLennan: 4 p. 100 de nos activités proviennent du gouvernement fédéral, 46 p. 100 des gouvernements municipaux et provinciaux et 50 p. 100 du secteur privé. Vous avez demandé si . . .

Le président: Est-ce que c'est par suite de contrats gouvernementaux que des sociétés du secteur privé font appel à vous? En d'autres termes, si une société . . .

M. McLennan: Jusqu'à un certain point, oui.

Le président: . . . a un million de dollars en fonds de recherches et de développement provenant du gouvernement fédéral, sans avoir l'effectif nécessaire pour l'utiliser, fait-elle appel à vous?

[*Text*]

Mr. McLennan: In my experience, and from discussion with others, that would be very rare. No, that would be quite rare.

As we say in our brief, we have a very small involvement in research and development, and we think that that is a major oversight. We have 30,000 professional and technical people who are involved, very much, in the development and application side, and it is a highly trained, highly skilled resource that really is not utilized. And it really goes back to your earlier question about our relationships with government. Perhaps the reason why we have such a small impact when we are dealing with the federal government, because is government is only a 4 per cent client of ours.

Mr. Gurbin: Each province seems to have its own technique of trying to overcome this, and there are a lot of different bodies and different organizations to try to deal with some of what we are talking about. But I think in British Columbia they are looking at technology parks. Is that concept something that would help the situation that you are talking about? Or would it create other problems?

Mr. McLennan: In some of the provincial jurisdictions, they have provincial research fondations. We were talking earlier about competition. When there is a research or development project available, quite often the consulting engineer finds when he goes for the interview that his provincially funded research foundation is being interviewed for the same project. And the buyer is going to find that the tax-subsidized entity is going to do the work more economically than the tax-paying independent consulting firm. I think that there is a basic problem there. But, Mr. Clay, perhaps you had other questions?

The Chairman: Yes, he had a supplementary. And we have Mr. Portelance and Mr. MacBain who are waiting patiently, as well.

Mr. Clay: I will just raise one more question at this point. You mentioned that the majority of your firms are quite small, and I wonder to what extent most of the firms in your Association are actually in a position to be involved with the sort of contracting-out work that the federal government is doing? Would some of that be beyond the limits of many of your smaller firms?

• 1755

Mr. McLennan: No, not really, because a great deal of the contracting out in the science sector, for instance, from the Department of Supply and Services, are projects in the order of $15, $20, $25, $50,000. They are very much in line with the capabilities of the small firms. Very many of the projects are local or regional in nature, which again would fit directly into the capabilities and interests of our smaller firms elsewhere in the country. It really comes down then to the nature of the contracting policy with which we have no satisfaction at all. We just do not agree with competitive bidding without absolutely clear terms of reference, and we cannot in any way agree with competitive bidding when some of the organizations

[*Translation*]

M. McLennan: D'après mon expérience, d'après les discussions que j'ai eues avec d'autres, c'est très rare que cela se passe ainsi. En effet, ce serait très rare.

Comme nous le disons dans notre mémoire, nous faisons très peu de recherches et de développement et nous pensons que c'est un oubli grave. Notre association groupe 30,000 professionnels et techniciens qui s'occupent intensément du développement et de l'application mais, malgré la formation hautement technique et toute la compétence que cela représente, ils sont sous-utilisés. Tout cela revient à la question que vous avez posée tout à l'heure sur nos rapports avec le gouvernement. La raison pour laquelle on nous écoute peu, c'est peut-être parce que le gouvernement fédéral ne représent que 4 p. 100 de nos activités.

M. Gurbin: Chaque province semble avoir ses propres méthodes pour remédier à cela. Il existe beaucoup d'organisations qui essaient de corriger ce dont nous parlons. En Colombie-Britannique dont nous parlons. En Colombie-Britannique on envisage des parcs technologiques. Serait-ce la une notion qui pourrait régler la situation dont vous parlez? Cela créerait-il des problèmes?

M. McLennan: Dans certaines provinces, il existe des fondations provinciales de recherches. Tout à l'heure, nous parlions de la concurrence. Très souvent, quand il y a un projet de recherches et de développement envisagé, un ingénieur conseil se présente à une entrevue et il est en concurrence avec une fondation de recherches provinciale. Évidemment, le parrain du projet se rend compte qu'un organisme qui obtient des subventions fiscales est en mesure de réaliser le projet de façon plus rentable qu'une firme d'ingénieurs-conseil contribuables. Je pense que c'est là le problème fondamental. Peut-être que M. Clay a une autre question à poser.

Le président: En effet, M. Portelance et M. MacBain attendent patiemment également.

M. Clay: Je n'ai qu'une question à poser pour l'instant. Vous avez dit que la majorité de vos membres représentaient de petits cabinets et je me demande si la majorité des cabinets qui font partie de votre association pourraient assumer le genre de contrats qu'offre le gouvernement fédéral? Cela serait-il hors de portée de bon nombre de vos petites entreprises?

M. McLennan: Non, pas vraiment, car une bonne partie des contrats accordés, par exemple, par le ministère des Approvisionnements et Services au secteur scientifique portent sur des sommes de 15, 20, 25 ou $50,000. Les firmes de petite envergure pourraient très bien s'en charger. Bon nombre des projets sont essentiellement locaux ou régionaux et les petites entreprises ailleurs au pays pourraient s'y intéresser directement et s'en charger. C'est en fait du caractère de la politique d'octroi de contrat que nous nous plaignons. Nous n'acceptons pas le principe des appels d'offres sans conditions extrêmement claires et nous nous opposons à ce genre de principe quand certaines des firmes soumissionnaires sont subventionnées.

[*Texte*]

bidding are subsidized. So, we have a real hang-up about that, and many of the scientific programs are handled in that way.

Mr. Clay: Well, after the other members have raised their questions, perhaps we can turn to a couple of these points.

The Chairman: You had a further comment, Mr. Farlinger?

Mr. Farlinger: Just one further comment on your question of small firms and R and D. Often the smaller firms can be very highly specialized with a few individuals, and certainly they would be in a very good position to do some of this specialized R and D work.

Mr. McLennan: We have several small firms in our association. A couple of them that I am aware of are in the order of 20 to 30 people, which basically are strictly research and development; so that within the framework of these 900 firms, there are some firms that do thrive on R and D. We do not have anyone here representing one of those firms, but they do R and D in the private sector with private sector clients and also with government. So we have some of our firms that are totally committed to research and development as a lifestyle.

The Chairman: Mr. Portelance and then Mr. MacBain.

Mr. Portelance: Merci, monsieur le président.

I think in your brief on page 9 you had some addition concerning export, and that we should make sure that if we do export energy, we should make sure to have the equivalent.

Mr. McLennan: We suggested that Canada should give serious consideration to trying to formulate agreements that would allow for the receiving country, some time in the future, to replace that with equivalent energy value. We realize that if we were talking about non-renewable resources such as natural gas, presumably we are selling to countries that do not have natural gas, so we cannot ask them to give back natural gas. However, in terms of being energy self-reliant, and in listening to the earlier presentation on hydrogen and so on, it would seem that a foreign country buying energy from Canada today might think it would be fair in fact to offer to give back some kind of energy replacement in the future. If it were our neighbour to the south, their research programs may develop faster than ours and they may be in a position to give us back hydrogen for the methane we sell them.

Mr. Portelance: Or knowledge.

Mr. McLennan: Or knowledge. We just think there should always be consideration of a *quid pro quo* other than just dollars.

Mr. Portelance: Just one further question. You mentioned that Canada should look to Sweden more than to the south for solar energy. Do they already have certain legislation in their Swedish laws concerning the use of solar?

Mr. McLennan: Mr. McCaig is familiar with the solar program in Sweden.

The Chairman: Mr. McCaig.

[*Traduction*]

Nous y sommes vraiment opposés et pourtant, c'est ainsi que bon nombre de programmes scientifiques sont traités.

M. Clay: Quand les autres membres auront posé leurs questions, nous pourrons revenir à certains de ces points.

Le président: Monsieur Farlinger, vous avez une observation?

M. Farlinger: A propos des firmes de petite taille et de la recherche et du développement. Souvent, elles disposent de services de personnes extrêmement compétentes et elles pourraient parfaitement se charger d'une partie de ces activités spécialisées de recherche et de développement.

M. McLennan: Notre association regroupe plusieurs petits cabinets. A ma connaissance, certains d'entre eux emploient de 20 à 30 personnes s'occupant essentiellement de recherche et de développement. Sur ces 900 firmes, certaines prospèrent grâce à la recherche et au développement. Nous n'avons personne ici pour les représenter mais elles s'occupent de recherche et de développement dans le secteur privé, avec ces clients du secteur privé et aussi avec le gouvernement. Certaines de nos sociétés vivent donc essentiellement de recherche et de développement.

Le président: Monsieur Portelance; ensuite M. MacBain.

M. Portelance: Thank you, Mr. Chairman.

A la page 9 de votre mémoire, vous avez ajouté quelques lignes concernant l'exportation et noté que si nous exportions de l'énergie, il faillait veiller à disposer de l'équivalent.

M. McLennan: Nous avons proposé que le Canada envisage sérieusement de conclure des accords permettant au pays bénéficiaire de remplacer, dans l'avenir, l'équivalent de la valeur énergétique qu'il aurait reçu. Bien sûr, si nous pensons aux ressources non renouvelables telles le gaz naturel, nos clients n'en ont pas, aussi ne pouvons-nous pas leur demander de nous en rendre. Toutefois, pour ce qui est de l'autonomie énergétique, et après avoir entendu l'exposé sur l'hydrogène, il serait normal qu'un pays étranger acheteur d'énergie au Canada aujourd'hui puisse songer à nous rendre un équivalent dans l'avenir. Pour notre voisin du Sud, par exemple, dont les programmes de recherche pourraient évoluer plus rapidement que les nôtres, il pourrait nous rendre de l'hydrogène en échange du méthane que nous lui vendons.

M. Portelance: Ou des connaissances.

M. McLennan: Ou des connaissances, effectivement. Selon nous, il ne faudrait pas toujours tout axer sur un remboursement en dollars.

M. Portelance: Une autre question: vous avez dit que le Canada devrait prendre exemple sur la Suède plutôt que sur les États-Unis pour l'énergie solaire. La législation suédoise contient-elle certains règlements relatifs à l'utilisation de l'énergie solaire?

M. McLennan: M. McCaig connaît le programme des Suédois dans ce domaine.

Le président: Monsieur McCaig.

[*Text*]

Mr. I. W. McCaig (Chairman, Energy Resources Sub-Committee, Association of Consulting Engineers of Canada): My name is Ian McCaig.

The solar program in Sweden is sort of different in many respects from that in the States. Their climate is similar to ours in the sense that they have a lot of sun in the summer and none in the winter, or very little; it is also cold in the winter. So what they do is they concentrate more on systems of seasonal storage rather than using flat plates to get daily storage and hot water rocks or something like that, which is a sort of system which has come up from the States. The sort of things these people are looking at are to use ground heat storage in conjunction with heat pumps. The ground gets heated all somer long and it is covered and insulated by snow in the winter, so you pick up that heat from under the snow and with heat pumps you can augment it by a temperature of 2 or something, the co-efficient performance of your heat pump.

• 1800

Now the other things they are doing are very interestig things. I do not think they are economic yet, but the sort of thing they are doing is storage of energy by reversible chemical reactions. There is a system we have got called Tepidous which uses sodium sulphide hydrate for seasonal storage of thermal energy. NRC are looking at some of these systems but I think we should spend more time looking at these than looking at adaptations of American systems.

The Chairman: Thank you, Mr. Portelance. Mr. MacBain.

Mr. MacBain: Thank you, Mr. Chairman.

Roughly speaking, what percentage of the professional engineers in Canada are members of your association?

Mr. McLennan: Roughly speaking, 10 to 15 per cent.

Mr. MacBain: A very small per cent.

Mr. Harlinger: Of professional engineers but not of consulting engineers.

Mr. MacBain: What percentage of the professional engineers in Canada are in your organization?

Mr. McLennan: I think 10 to 15 per cent. I believe about 50 per cent of them are in government.

Mr. MacBain: Fifty?

Mr. McLennan: About that, I believe. There are more professional engineers in Ontario working in Ontario Hydro than in any other field than in the rest of the group.

Mr. MacBain: Right. This is a point that has been made over the last few months, that there is a shortage of energy, specifically for transportation, but they keep telling us there are a reasonable amount of answers to it, such as fluidized bed combustion of coal, coal liquefaction, coal gasification, methanol from biomass and things like that. And they tell us that they are almost ready to jell. No matter how much people tell us that we are looking at in 1985 an oil shortage in Canada, no one seems to be showing us who is going to make sure they jell. My question is, and I want to see if your association could fit into that, supposing we wanted to put in

[*Translation*]

M. I. W. McCaig (président du Sous-comité des ressources énergétiques, Association des ingénieurs-conseils du Canada): Je m'appelle Ian McCaig.

A plusieurs égards, le programme solaire suédois est différent du programme américain. La Suède a un climat analogue au nôtre, un été très ensoleillé, un hiver qui l'est très peu, sinon pas du tout et, aussi très rigoureux. Ils préférent donc les systèmes d'entreposage saisonnier au système venant des États-Unis pour l'entreposage journalier prévoyant de l'eau chaude, des roches, etc. Ils cherchent à utiliser le stockage de chaleur dans le sol avec les pompes à chaleur. Le sol est réchauffé tout l'été, il est couvert et isolé par la neige l'hiver si bien que l'on peut récupérer la chaleur accumulée sous la neige et les pompes à chaleur permettent d'augmenter la température d'environ 2 degrés, en fonction du coefficient de performance de la pompe.

Ils font d'autres expériences intéressantes, qui ne sont peut-être pas très économiques à mon avis mais je veux parler de stockage d'énergie par réaction chimique réversible. Nous avons un système, Tepidous, utilisant des hydrates de sulphure de sodium pour l'entreposage saisonnier de l'énergie thermique. Le CNR étudie actuellement certains de ces systèmes et je pense que nous devrions y consacrer plus de temps qu'à l'adoption des systèmes américains.

Le président: Merci, monsieur Portelance. Monsieur MacBain.

M. MacBain: Merci, monsieur le président.

Quel est le pourcentage des ingénieurs canadiens membres de votre Association?

M. McLennan: De 10 à 15 p. 100.

M. MacBain: C'est un très petit pourcentage.

M. Harlinger: Des ingénieurs, pas des ingénieurs conseil.

M. MacBain: Quel est le pourcentage des ingénieurs canadiens qui sont membres de votre organisation?

M. McLennan: De 10 à 15 p. 100 je pense. Je pense que 50 p. 100 d'entre eux sont au gouvernement.

M. MacBain: 50?

M. McLennan: A peu près cela, je pense. En Ontario il y a plus d'ingénieurs chez Hydro-Ontario que dans n'importe quel autre domaine.

M. MacBain: Très bien. Ces derniers mois, on a parlé de pénurie d'énergie notamment pour le transport et on ne cesse de nous répéter qu'il y a beaucoup de solutions à ces problèmes comme la combustion du charbon sur lit fluidisé, la liquéfaction du charbon, la gazéification du charbon, l'utilisation du méthanol tiré de la biomasse et ainsi de suite. De plus, ces solutions seraient déjà presque au point. Certains prévoient une pénurie de pétrole au Canada en 1985. Supposons que, au Canada, nous voulions fabriquer, vendre et exporter des piles photovoltaiques. Votre association pourrait-elle créer un groupe qui collaborerait avec le gouvernement au titre des

[*Texte*]

place an objective to make photovoltaics commercially viable for an industry in Canada and for exports, could your association put together an agency or a group that could work with government that would look after the R&D for the demonstration or pilot plants and the commercial plant? Could your association provide the scientific and management people, the financial control, the accountability, and the direction until we came to that objective? I ask you that as a question for the reason that everybody tells us that these technologies are coming along well and they are almost right, but then they tell us they are 5, 10, 20 years away from being commercially viable because nobody is sitting down and putting together the information you got—the R&D that has been done and the lab work that has been done on bench-type demonstrations—and turning them into commercial industries before 1985 which is apparently the crunch when we are going to be very short of oil. I have only given you four suggestions. Nobody is really doing anything. There is no agency like NASA, which was given the objective to put a man on the moon, to do the fluidized bed combustion and to show us a commercial plant in operation that will give the equivalent of 150 barrels a day of oil equivalent.

• 1805

Apparently you have the people and you need the work. If the Government of Canada picked out one, two or three of those and said, okay, here is your objective, fluidized bed combustion. Just to make it easier for me, let us say a commercial plant in Manitoba, or in Nova Scotia with the coal fields, or Alberta, or wherever you want to built it. Coud your organization, apart from doing the obvious things that you are doing, set up that agency?

Mr. McLennan: Our association, as an association, probably could not. We are a totally voluntary group. We are only representative of our individual firms. Certainly our members would be interested in becoming involved in such a program.

Our association is different from some others. We have a very small secretariat of about six people. Our managing director, Mr. Pinault, is here. We try to speak for our member firms and we would very much like to become involved in such programs, but as an association per se we do not become involved in those kinds of programs. You are talking about an agency. We are saying that from our perspective, from the way we look at it, the agency responsible for energy is the Ministry of Energy, Mines and Resources, and what we say in part of our brief . . .

Mr. MacBain: They do not build commercial plants.

Mr. McLennan: No, but what we say in our brief is deal with the pricing and make sure the oil sands plants do not get cancelled while we are putting these technologies in place. Some of them may not be economically viable as quickly as their proponents would have us believe. We think we should be going down parallel courses; we should make sure we are continuing to develop oil and gas while we are also replacing oil and gas.

[*Traduction*]

travaux de recherche et de développement en vue de créer une usine pilote à ce propos? Votre association pourrait-elle fournir les scientifiques, les gestionnaires, les spécialistes du contrôle financier et les cadres nécessaires pour que nous puissions atteindre un tel objectif? Si je vous pose cette question, c'est que tout le monde nous dit que ces technologies évoluent de façon fort satisfaisante, qu'elles sont presque totalement développées mais qu'il faut attendre 5, 10, 20 ans avant d'arriver à la viabilité commerciale parce que l'on n'a pas encore suffisamment mis en application les fruits des efforts de recherche et de développement. Or, ii faudrait arriver à ce que ce genre de produits puissent être commercialisés avant 1985, date à laquelle apparemment, nous devrons faire face à de graves pénuries de pétrole. Et je n'ai parlé que de quatre solutions. Personne ne fait quoi que ce soit. Il n'y a pas d'organisme comme la NASA, qui s'est vue demander d'envoyer un homme sur la lune, pour faire des essais sur la combustion en lit fluidisé, pour créer une usine qui nous donnerait l'équivalent de 150 barils de pétrole par jour.

Il semble que vous disposiez des personnes nécessaires. Supposons que le gouvernement du Canada vous donne comme objectif de faire des essais sur la combustion en lit fluidisé. Votre association pourrait-elle, par exemple, créer une usine commerciale au Manitoba, en Nouvelle-Écosse, sur les gisements de charbon, ou en Alberta, pour faire une telle expérience?

M. McLennan: En tant qu'association, nous ne le pourrions probablement pas. Nous ne faisons que représenter les sociétés membres de notre association, et elles deviennent membres à titre volontaire. Il est certain que nos membres s'intéresseraient à participer à un tel programme.

Notre association est différente des autres. Nous avons un très petit secrétariat composé de six personnes. Notre administrateur-gérant est ici, c'est M. Pinault. Nous aimerions certes participer à un tel programme mais, en tant que telle, notre association ne se lance pas dans ce genre de choses. Vous parlez d'un organisme. Pour notre part, en matière d'énergie, c'est le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources que nous considérons comme l'organisme responsable, nous le précisons dans notre mémoire . . .

M. MacBain: Il ne construit pas d'usines commerciales.

M. McLennan: Non, mais, comme nous le disons dans notre mémoire, il s'occupe de la fixation des prix et s'assure que les projets d'exploitation des sables bitumineux ne soient pas supprimés, en attendant que nous mettions toute cette technologie en place. Du point de vue économique, certains ne seront peut-être pas viables aussi rapidement que d'aucuns auraient voulu nous le faire croire. Nous estimons qu'il faut suivre deux voies parallèles; il faut poursuivre l'exploitation du pétrole et du gaz tout en cherchant à les remplacer.

[*Text*]

Mr. MacBain: I do not disagree with you. Really, what you are saying is that if there is such an agency, you are not the one.

Mr. McLennan: But certain of our member firms would be very interested in being agents on an opportunity like that.

Mr. MacBain: I will stop after this, Mr. Chairman, as I know it is late. You say you have member firms that could do it, instead of our going to one of the large multinationals—which we obviously can do; I do not think anyone would deny that—and saying to them, we will supply the dollars, give us a commercial methanol plant from biomass. Obviously there are commercial entities that can do that. You are saying some of your association members could do that. Do you have members big enough to take on a project like that, at least to do in house or out of house the R & D, the demonstration plant and pilot plant together, and the commercial plant, if the dollars were available?

Mr. McLennan: We have members who would be quite happy to take on that project management. Of course, other agencies or other groups, other types of companies, would be involved.

Mr. MacBain: But you could supply the management.

Mr. McLennan: None of our members are builders. It tends to be a professional conflict of interest. Many of our members are in project management and construction management, but none of our members are contractors, none of them are manufacturers. We could this afternoon give you a dozen names of firms that would be interested in project managing, and if the opportunity were large enough several of them would join together, as they tend to do on other energy projects.

Mr. MacBain: So you could give the project management. Of course, the skilled help would be retained the same as if we gave it to one of the multinationals.

Mr. McLennan: As a matter of fact, that ties in very closely with one of the objectives of our association. On any program like that, we feel it is very important that the engineering be given to Canadians and that the technology remain in Canada. If you give it to one of the multi-nationals as a project, that is fine, but if it is government money, let us put a rider on it that they will use Canadian engineers and Canadian R&D to get it on the road. If you gave it to one of the multi-nationals as a project without too many strings attached, perhaps the R&D would be done in Houston.

• 1810

Mr. MacBain: Yes, I am not suggesting to you . . .

Mr. McLennan: No, I am just defining . . .

Mr. MacBain: I want to find an agency that can do it because everybody keeps telling this committee, "you do not have to worry about energy because, you know, this coal liquefaction is just beautiful; this coal gasification is beautiful; this fluidized coal combustion is ready to move." I am a

[*Translation*]

M. MacBain: Je ne suis pas en désaccord avec vous là-dessus. Vous voulez dire en fait que si un tel organisme est créé, vous ne le formerez pas.

M. McLennan: Certaines de nos sociétés membres seront cependant intéressées à profiter d'une telle occasion.

M. MacBain: Monsieur le président, je sais qu'il est tard, et ce sera ma dernière question. Vous dites que certaines de vos sociétés membres pourraient participer à cet effort, et nous n'aurions pas à nous adresser aux grandes multinationales afin de faire construire une usine commerciale produisant du methanol à partir de la biomasse . . . ce que nous pouvons faire, et personne ne le niera. Vos sociétés membres sont-elles suffisamment importantes pour se lancer dans des projets comme ceux-ci, pour faire la recherche et le développement, monter les usines expériementales et finalement les usines commerciales, si les fonds sont là?

M. McLennan: Certains de nos membres seraient tout à fait ravis de se voir confier la gestion de ce genre de projets. Bien sûr, d'autres organismes, d'autres groupes, d'autres types de sociétés auraient aussi leur rôle à jouer.

M. MacBain: Mais vous pourriez fournir la gestion?

M. McLennan: Parmi nos membres, nous n'avons pas d'entrepreneurs de construction. Il y a en quelque sorte conflit d'intérêt sur le plan professionnel. Beaucoup de nos membres s'occupent de gestion des projets, de gestion de la construction, mais nous ne comptons pas d'entrepreneurs, nous ne comptons pas d'entreprises de fabrication. Cet après-midi, nous pourrions vous donner les noms d'une douzaine de sociétés qui s'intéresseraient à la gestion de ce genre de projets et, s'il s'agissait d'un projet de grande ampleur, plusieurs d'entre elles pourraient se réunir, comme cela a déjà été le cas à propos d'autres projets énergétiques.

M. MacBain: Vous pourriez donc assurer la gestion du projet. Pour ce qui est des travailleurs qualifiés, la situation serait la même que si nous confiions ce genre de projet à une multinationale.

M. McLennan: D'ailleurs, cela se rattache parfaitement à l'un des objectifs de notre association. Pour des programmes comme ceci, nous estimons qu'il est très important que l'ingénierie soit confiée à des Canadiens, que la technologie reste au Canada. Vous pouvez certes confier ce genre de projet à des multinationales mais n'oubliez pas qu'il s'agit de l'argent du gouvernement et il faudrait donc poser comme condition qu'elles utilisent des ingénieurs canadiens et qu'elles fassent appel à la recherche et au développement canadiens. Si vous confiez ce genre de projet à une multinationale sans poser de condition, la recherche et le développement sera peut-être fait à Houston.

M. MacBain: Certes, je ne vous propose pas . . .

M. McLennan: Non, je ne fais que définir . . .

M. MacBain: Je veux simplement que l'on trouve un organisme qui puisse faire cela, car tous les témoins nous disent qu'il n'y a pas lieu de s'inquiéter parce qu'il y a la liquéfaction du charbon, il y a la gazéification du charbon, il y a la combustion en lit fluidisé, tout est prêt. Cependant, je me

[*Texte*]

practical person. I want to see something come out of the end of the pipe and if it does not by 1985, you are going to get damn cold.

Mr. Scudamore: Could I add just one comment to that. Many of those comments that you have heard are true; the technology is there; the engineering capability is there; even the manufacturing capability is there to produce these things. What is not there at the moment is economic viability. Until we start addressing some of these development projects on the basis of replacing imported oil or some criteria such as that—and I think you refer to it in here on that basis, such as national defence—and put some piority that will recognize that the individual demonstration plant may not be economically selfpaying in a reasonable number of years but will develop a technology that will be required 5 or 10 years down the line, then you are not going to get it done.

Mr. MacBain: Right. Or just say a guarantee of supply; then I am going to quit for sure. I did not get over to see the plant in France but when there was very little technology available on tidal, they built a plant that is tied into the grid, I think it was in 1968. I did not have the honour of going with the committee to see it, but now it is a viable situation because prices went up, you see; but also now they are building the plants or supplying the know-how for Canada.

Mr. Scudamore: Exactly the point I was making.

Mr. MacBain: All I am saying, is that with methanol and that we should be doing.... It does not make sense. Thank you, Mr. Chairman.

The Chairman: Thank you. I believe Mr. Clay still had one or two questions.

Mr. Clay: Yes, there were one or two points I wanted to pursue with you a little further. Going back to the issue of how little of your association's business derives from federal government contracting, you have already referred to the fact that multi-nationals may actually take that R&D out of the country and not perform it here, using Canadian talent. You have mentioned that such groups as universities can compete with you, in a sense, unfairly because their overhead costs are not reflected in the way they would be bidding. I gather first of all you are suggesting that you want a certain amount of this federal contracting to be reserved to the private sector and particularly to Canadian firms.

Mr. McLennan: Yes, that would be a fair comment. We would like an opportunity to participate. As I say, our member firms are all independent, professional, Canadian owned. Those are conditions of membership and most of our smaller and medium-size firms have to be accountable once a year. They have to make a profit and in that sense our firms are not able to do long-term projects and any form of self-subsidization. Some of our larger firms have experienced loss years and survived. Our smaller firms really just cannot do that. They cannot pay their staff if they do not have the money. In our brief to the Prime Minister and in previous briefs, we have addressed that question of contracting out with fair and reasonable terms and conditions. If there is a need for a

[*Traduction*]

place d'un point de vue pratique. En 1985, je veux que l'on voie quelque chose sortir des pipelines ou des gazoducs sinon nous allons avoir sacrément froid.

M. Scudamore: Permettez-moi de faire un petit commentaire. Toutes les remarques que l'on vous a faites sont fondées; la technologie existe, les capacités en matière d'ingénierie existent, même les capacités de fabrication. Ce qui n'existe pas encore à l'heure actuelle, c'est la viabilité économique. On n'arrivera à rien si, à l'égard de ces projets de développement, on ne se place pas en fonction d'un objectif de remplacement des importations de pétrole ou de défense nationale, si l'on n'admet pas que les usines expérimentales ne seront peut-être pas rentables avant un certain nombre d'années, si l'on n'accepte pas qu'il leur faudra peut-être 5 à 10 ans pour arriver à mettre au point toute la technologie nécessaire.

M. MacBain: Exact. On pourrait aussi parler d'une garantie des approvisionnements. En France, je n'ai pas vu l'usine marémotrice mais même à une époque où la technologie disponible en la matière était fort limitée, les Français ont construit une usine qu'ils ont rattachée au réseau; c'était en 1968, je pense. Je n'ai pas eu l'honneur de faire ce voyage avec le comité mais je crois savoir que la viabilité économique a été atteinte maintenant en raison de l'augmentation des prix; maintenant, les Français construisent d'autres usines marémotrices et ils fournissent leur savoir-faire au Canada.

M. Scudamore: C'est exactement ce que je disais.

M. MacBain: A propos du méthanol, j'estime qu'il faudrait faire le même genre de chose . . . Monsieur le président, je vous remercie.

Le président: Merci. Je pense que M. Clay a encore une ou deux questions à poser.

M. Clay: Oui, j'aimerais soulever une ou deux questions. Vous avez dit que votre association se voyait confier peu de contrats de la part du gouvernement fédéral et que les multinationales, au lieu de faire appel aux talents canadiens, pourraient effectuer à l'étranger les travaux de recherche et de développement. Vous dites que les universités, par exemple, risquent de vous faire une concurrence injuste en ce sens que leurs coûts généraux ne sont pas réflétés dans leurs soumissions. Vous voulez dire par là que vous souhaitez qu'un certain pourcentage des contrats du fédéral soit réservé au secteur privé et en particulier aux sociétés canadiennes.

M. McLennan: Oui, votre remarque est juste. Nous aimerions avoir la possibilité de participer à ces efforts. Comme je l'ai précisé, nos sociétés membres sont toutes des sociétés indépendantes, à propriété canadienne. Ce sont là les conditions pour devenir membre de notre association et la plupart de nos petites et moyennes entreprises doivent rendre des comptes une fois par an. Elles doivent réaliser des bénéfices et, de ce fait, elles ne sont pas en mesure de se lancer dans des projets à long terme ou d'effectuer elles-mêmes leur financement. Certaines de nos grosses sociétés ont essuyé des pertes et elles ont survécu. Les plus petites ne peuvent se le permettre. Elles ne peuvent payer leur personnel si elles n'ont pas les fonds pour cela. Dans notre mémoire au premier ministre et dans les

[*Text*]

private sector consulting engineering industry, which we believe there is, and government says that it should exist, then it should be allowed to exist. There are certain government agencies that specify the maximum profit that you can make and we have said to them that we do not think that is fair. However, if they want to do it, they should also specify that we cannot make a loss because it does not seem fair to use a one edged sword that only cuts the fellow trying to make a living and does not cut the other way.

Mr. Clay: That was one of the examples you presumably had in mind when you spoke earlier about the clear terms of reference for this contracting as well.

• 1815

Mr. McLennan: I would not want to take the time of the committee, but we could certainly bring up lots of examples. In fact, for many agencies, the first time they start to slide into this bad practice of competitive bidding is when they get involved with a project that is a high-technology one where their own staff are not sufficiently sure of what the aims and objectives of the program should be. They are unable to convince their superiors of the validity of it on an open-ended sort of budget; they cannot put a budget on it, so they say, the best thing to do is to call tenders and let the consulting engineers tell us how much it is going to cost. It has very vague terms of reference, in fact, it is generally an objective-oriented study rather than a terms-of-reference type. They just say, as you said: We want an operating plant; we are not going to tell you how to get there but that is what we want and we want a fixed price; we want it in 1985 and we want a fixed price from you today. That is where these fixed-price things come in, and that is the place where they should apply the least. You might have a one-pager describing a highly technological study.

Usually, in the case of the kinds of projects that have been carried out before, the agencies contracting them out know a lot about them, have fairly detailed terms of reference, and usually do not go to competitive bids because they know how much they are going to cost and they prefer to give them to firms they know can do the job well. Which is great; we just think that same kind of thinking should carry right on to the high-technology areas, and they should not try to put them on a fixed-price basis when nobody knows what the question is—we are all waiting for the answer, but we cannot define the question for you.

Mr. Clay: So, in essence what you are saying is that a substantial amount of federal government contracting is put out by people who do not really know what they want or how to formulate it properly.

Mr. McLennan: Well . . .

Mr. MacBain: Now, do not get us in trouble here.

[*Translation*]

mémoires que nous avons rédigés précédemment, nous soulevons la question des contrats accordés à l'extérieur. J'estime que l'on devrait permettre l'existence dans le secteur privé de sociétés d'ingénieurs conseil, nous estimons qu'il y a un besoin en la matière et le gouvernement déclare d'ailleurs que de telles sociétés devraient exister. Certains organismes gouvernementaux indiquent quels sont les bénéfices maximums que l'on peut réaliser et nous leur avons fait remarquer que nous estimions cela injuste. Cependant, s'ils veulent agir ainsi, ils devraient aussi préciser qu'il n'est pas possible d'essuyer des pertes parce que j'estime injuste d'utiliser ce genre d'épée à simple tranchant que l'on utilise simplement à l'encontre de celui qui essaie de gagner sa vie.

M. Clay: Je suppose que c'est ce à quoi vous pensiez quand vous parliez de donner des précisions bien claires à propos de ce genre de contrats également.

M. McLennan: Je ne voudrais pas prendre le temps mis à votre disposition mais nous pourrions vous donner beaucoup d'exemples. Beaucoup d'organismes prennent la mauvaise habitude de l'appel d'offres quand ils ont affaire à des projets de haute technologie à propos desquels leur personnel n'est pas suffisamment certain des objectifs visés. Quand ils éprouvent des difficultés à établir le budget ou à convaincre leurs supérieurs que ces budgets devraient pouvoir être augmentés, ils lancent un appel d'offres en attendant des ingénieurs conseil qui leur précisent quels seront les coûts. En général, donc, on se place surtout en fonction d'un objectif. On voudra par exemple avoir une usine prête à fonctionner en 1985 et ce pour un coût fixe. C'est donc là qu'intervient cette notion des coûts fixes et c'est justement là qu'elle devrait le moins intervenir. En effet, il peut s'agir d'études hautement technologiques.

D'ordinaire, quand un projet a déjà été réalisé auparavant, les organismes qui accordent les contrats à l'extérieur ont déjà beaucoup de renseignements, ils ont établi une liste détaillée des conditions et, d'ordinaire, ils ne lancent pas d'appel d'offres parce qu'ils savent quels seront les coûts et ils préfèrent confier ce genre de contrat à des sociétés dont ils connaissent bien le travail. C'est parfait; nous estimons que l'on devrait agir de la même façon dans les domaines hautement technologiques, on ne devrait pas chercher à se placer en fonction de coûts fixes quand personne ne sait quelle est la question . . . Tous attendent la réponse mais personne ne peut définir la question.

M. Clay: Vous nous dites donc, en substance, que, au niveau du gouvernement fédéral, bien des gens accordent des contrats sans savoir exactement ce qu'ils veulent ou sans être en mesure de formuler leurs objectifs de façon précise.

M. McLennan: Disons . . .

M. MacBain: Attention, ne venez pas nous créer des difficultés.

[*Texte*]

Mr. McLennan: That is the fact, that is the way programs are handled. That may not be the reason for it. It may not be true; there may be a number of people who know what they want and how to get it, but they may not be the ones doing the contracting. Much of the contracting out by the federal government is handled through one agency, which, in effect, just makes two sets of buyers, because if you ask the purchasing agent a technical question, he says, well, you will have to wait for me to get people over from the department that wants this job done.

Mr. Clay: Okay, I will stop that line of questioning, because obviously we could go into that in a lot of detail and spend several more hours here.

I believe Mr. MacBain raised the issue of skills, and certainly a number of witnesses have questioned whether we are going to have the engineers, scientists, skilled trades people, and so on, that we will require to exploit the energy opportunities that may be open to us in this decade. You mention that in some areas it is not a shortage so much as the fact that the talent has been diluted by being forced into other less directly related occupations by virtue of their not being hired in their primary areas of training. What deficiencies do you foresee, say in the coming 10 years? How does your association address these perceived deficiencies? For example, do you go to engineering departments in universities and say, here are some of the areas in which we see shortages developing in this decade? Do you go to manpower people, the federal government, and try to point this out? Just how do you try to counteract these short-falls that you see developing?

The Chairman: If I could interrupt? It sounds to me, Dean, like a very involved question. I believe you have stated that your society has made, or will be making, a submission to the special committee . . .

Mr. McLennan: To Employment Opportunities for the '80s; we will be making one, yes.

The Chairman: When would you be making that? On about what date?

Mr. McLennan: In about one month's time.

The Chairman: Would that be soon enough, Dean, that we get a copy of that?

Mr. Clay: Would you be willing to . . . ?

Mr. McLennan: We would be very happy to send you that.

Mr. Gurbin: On a point of order.

The Chairman: Yes.

Mr. Gurbin: Could you include with that a copy—this is not my suggestion but I think it is a very good one—of the letter you sent to the Prime Minister?

Mr. McLennan: The brief that we sent to the Prime Minister?

Mr. Gurbin: Sure.

[*Traduction*]

M. McLennan: C'est un fait, c'est ainsi que les programmes sont appliqués. Ce n'est peut-être pas là la raison, ce n'est peut-être pas vrai; peut-être y a-t-il des personnes qui savent ce qu'elles veulent et qui savent comment faire pour atteindre leurs objectifs, mais ce ne sont peut-être pas celles qui sont chargées d'octroyer les contrats. La plupart des contrats fédéraux octroyés à l'extérieur passent par un organisme qui, en fait, se contente de faire une distinction entre deux types d'acheteurs. En effet, si vous posez une question d'ordre technique au responsable des achats, il vous demandera d'attendre qu'il ait obtenu les renseignements que vous recherchez du ministère qui a fait la demande.

M. Clay: Très bien, je m'arrêterai ici parce que, de toute évidence, nous pourrions y passer plusieurs heures.

M. MacBain a parlé des compétences et, d'ailleurs, un certain nombre de nos témoins se sont demandés si nous aurions les ingénieurs, les scientifiques, les ouvriers qualifiés nécessaires pour profiter des possibilités énergétiques qui s'ouvriront à nous au cours de la décennie qui vient de débuter. Vous dites que, dans certains domaines, ce n'est pas tant de pénurie qu'il faut parler que du fait que les talents se sont dilués parce que bien des gens ont été contraints à occuper des postes n'étant pas directement liés aux secteurs pour lesquels ils avaient reçu une formation. Quels sont les problèmes que vous prévoyez pour les dix années à venir? Quelle est la position de votre association à ce propos? Est-ce que vous vous adressez au département d'ingénierie des universités pour leur dire quels sont les domaines où vous prévoyez des pénuries pour la décennie à venir? Est-ce que vous vous adressez aux responsables des services de main-d'œuvre du gouvernement fédéral à ce propos? Quelles sont les mesures que vous prenez pour lutter contre les problèmes que vous voyez se développer?

Le président: Permettez-moi de vous interrompre. Monsieur Clay, cette question me semble porter loin. Vous avez dit que votre associationa fait ou fera un rapport au comité spécial . . .

M. McLennan: Sur les perspectives d'emploi pour les années 80; oui. c'est exact.

Le président: Quand?

M. McLennan: D'ici un mois.

Le président: Si vous le souhaitez, monsieur Clay, nous pourrons vous en obtenir un exemplaire.

M. Clay: Vous seriez prêt à . . . ?

M. McLennan: Nous serions ravis de vous en envoyer un.

M. Gurbin: Permettez-moi de faire un rappel au règlement.

Le président: Oui.

M. Gurbin: Pourriez-vous aussi inclure un exemplaire de la lettre que vous avez envoyée au premier ministre?

M. McLennan: Le mémoire que nous avons envoyé au premier ministre?

M. Gurbin: Oui.

[*Text*]

Mr. McLennan: I think we have provided that, have we not, as background? We would be happy to provide copies of the brief that we gave to the Prime Minister.

• 1820

The Chairman: And the one to the Minister of Energy, Mines and Resources on small hydro-electric projects?

Mr. McLennan: We would be happy to provide that as well.

The Chairman: That falls right within the mandate of this committee.

Mr. McLennan: On this question of manpower shortages and so on, I would like to make one further comment on that.

Our association is a member of a tripartite agreement with the Engineering Institute of Canada, which is our engineering learned society, and the Canadian Council of Professional Engineers, which is the regulation and legislating body for all professional engineers in Canada. It is the Canadian Council of Professional Engineers that deals regularly and constantly with manpower questions with the deans of universities and that sort of thing. Our traditional involvement and role in the nature of this tripartite agreement that we have, where we worry about consulting engineering and EIC worries about writing research papers and that sort of thing, is that we make input to these groups, and we have been making input to the Engineers Joint Council, the Engineering Manpower Council sector of the Canadian Council of Professional Engineers. We have been asked to put in a brief to this special committee and we have set up a special committee of our own. But over the years, and until this technical manpower shortage began to loom as a real problem in the eighties, we had not been dealing with it directly but rather through the Canadian Council.

The Chairman: Thank you. Thank you very much, gentlemen. You have been very helpful and we are looking forward to your further briefing notes and copies of other submissions you have made. Thank you very much.

This meeting is now adjourned.

[*Translation*]

M. McLennan: Je pensais que nous vous l'avions donné à titre de document d'information. Nous serons ravis de vous fournir des exemplaires du mémoire que nous avons envoyé au premier ministre.

Le président: Ainsi qu'un exemplaire du mémoire sur les projets hydro-électriques de petite envergure présenté au ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources?

M. McLennan: Très certainement.

Le président: Cela relève du mandat du comité.

M. McLennan: Pour ce qui est de la question de la pénurie de main-d'œuvre, etc. j'aimerais faire une observation.

Notre Association est partie à un accord tripartite avec l'Institut d'ingénierie du Canada qui est notre société savante dans ce domaine ainsi qu'avec le Conseil canadien des ingénieurs professionnels qui sert d'organisme de réglementation pour tous les ingénieurs professionnels du Canada. C'est le Conseil canadien des ingénieurs professionnels qui traite régulièrement et constamment des questions de main-d'œuvre avec les secteurs des universités, etc. Nous nous occupons des ingénieurs conseil tandis que l'Institut s'occupe de la rédaction de documents de recherche et nous donnons notre avis à ces groupes, par exemple au Conseil mixte des ingénieurs, ainsi qu'au Service du conseil de la main-d'œuvre en ingénierie du Conseil canadien des ingénieurs professionnels. Voilà en quoi consiste notre rôle en vertu de cet accord tripartite. On nous a demandé de présenter un mémoire à votre comité spécial et nous avons créé notre propre comité spécial. Mais, au fil des ans et jusqu'à ce que l'on s'aperçoive que la pénurie de main-d'œuvre technique pourrait bien causer un véritable problème dans les années 80, nous n'avons pas traité directement de cela, mais plutôt par l'intermédiaire du Conseil canadien.

Le président: Merci beaucoup, messieurs. Vous nous avez été très utiles et nous attendons impatiemment de recevoir vos notes d'information ainsi que des exemplaires d'autres mémoires que vous avez présentés. Encore une fois, merci.

La séance est levée.

Canada Post Postage paid
Postes Canada Port payé
Third class Troisième classe
K1A 0S7
HULL

If undelivered, return COVER ONLY to:
Canadian Government Printing Office,
Supply and Services Canada,
45 Sacré-Coeur Boulevard,
Hull, Québec, Canada, K1A 0S7

En cas de non-livraison,
retourner cette COUVERTURE SEULEMENT à:
Imprimerie du gouvernement canadien,
Approvisionnements et Services Canada,
45, boulevard Sacré-Coeur,
Hull, Québec, Canada, K1A 0S7

WITNESSES—TÉMOINS

Thursday, November 20, 1980

From Inter-City Gas Corporation:

Mr. N. J. Didur, Group Vice-President;
Mr. H. C. Coppen, Vice-President.

From InterGroup Consulting Economists Ltd.:

Mr. P. Ashton, Consultant.

Professor David Scott.

From Association of Consulting Engineers of Canada:

Mr. K. A. McLennan, President;

Mr. D. Farlinger, Chairman, Energy Affairs Standing Committee;

Mr. I. W. McCaig, Chairman, Energy Resources Sub-committee;

Mr. J. L. Greer, Past Chairman, Energy Affairs Standing Committee;

Mr. O. Scudamore, Member, Energy resources Sub-committee.

Le jeudi 20 novembre 1980

De Inter-City Gas Corporation:

M. N. J. Didur, vice-président du groupe;
M. H. C. Coppen, vice-président.

De InterGroup Consulting Economists Ltd.:

M. P. Ashton, conseiller.

Professeur David Scott.

De l'Association des ingénieurs-conseils du Canada:

M. K. A. McLennan, président;

M. D. Farlinger, président, Comité permanent des questions énergétiques;

M. I. W. McCaig, président, sous-Comité des ressources énergétiques;

M. J. L. Greer, ancien président, Comité permanent des questions énergétiques;

M. O. Scudamore, membre, sous-Comité des ressources énergétiques.

Available from the Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, Hull, Quebec, Canada K1A 0S9

En vente: Centre d'édition du gouvernement du Canada, Approvisionnements et Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

Publications

HOUSE OF COMMONS

Issue No. 30

Tuesday, November 25, 1980

Chairman: Mr. T. H. Lefebvre

CHAMBRE DES COMMUNES

Fascicule nº 30

Le mardi 25 novembre 1980

Président: M. T. H. Lefebvre

Minutes of Proceedings and Evidence of the Special Committee on

Alternative Energy and Oil Substitution

Procès-verbaux et témoignages du Comité spécial de l'

Énergie de remplacement du pétrole

DEPOSITORY LIBRARY MATERIAL

RESPECTING:

Study on alternative energy and oil substitution

CONCERNANT:

Étude de l'énergie de remplacement du pétrole

APPEARING:

The Honourable Marc Lalonde,
Minister of Energy, Mines and Resources

COMPARAÎT:

L'honorable Marc Lalonde,
Ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources

WITNESSES:

(See back cover)

TÉMOINS:

(Voir à l'endos)

First Session of the
Thirty-second Parliament, 1980

Première session de la
trente-deuxième législature, 1980

SPECIAL COMMITTEE ON ALTERNATIVE ENERGY AND OIL SUBSTITUTION

Chairman: Mr. T. H. Lefebvre

Messrs.

Corbett
Gurbin MacBain

COMITÉ SPÉCIAL DE L'ÉNERGIE DE REMPLACEMENT DU PÉTROLE

Président: M. T. H. Lefebvre

Messieurs

McCauley
Portelance Rose

(Quorum 4)

Le greffier du Comité

J. M. Robert Normand

Clerk of the Committee

Published under authority of the Speaker of the House of Commons by the Queen's Printer for Canada

Available from the Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

Publié en conformité de l'autorité de l'Orateur de la Chambre des communes par l'Imprimeur de la Reine pour le Canada

En vente: Centre d'édition du gouvernement du Canada, Approvisionnements et Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

MINUTES OF PROCEEDINGS

TUESDAY, NOVEMBER 25, 1980
(42)

[*Text*]

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met at 11:16 o'clock a.m. this day.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, MacBain, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mrs. Lynne Myers and Mr. John Graham, Research Officers.

Witness: From Electric Vehicle Association of Canada: Mr. F. G. Johnson, President.

The Clerk of the Committee presided over the election of an Acting Chairman.

It was agreed,—That Mr. Portelance do take the Chair of this Committee as Acting Chairman for this morning's meeting.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

Mr. Johnson made an opening statement and answered questions.

At 12:45 o'clock p.m., the Committee adjourned until 3:30 o'clock p.m. this day.

AFTERNOON SITTING
(43)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met at 3:35 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

Appearing: The Honourable Marc Lalonde, Minister of Energy, Mines and Resources.

Witnesses: From Energy, Mines and Resources Canada: Dr. I. E. Efford, Director General, Conservation and Renewable Energy; Dr. K. Whitham, Assistant Deputy Minister, Conservation and non Petroleum; Dr. Tony Tayler, Director of Transportation Energy; Mr. Charles W. Marriott, Director General, Natural Gas; Dr. F. Snape, Director, Solar Programs.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

The Minister made an opening statement.

On motion of Mr. Gurbin, *it was agreed,*—That the opening statement made by the Minister be printed as an appendix to this day's Minutes of Proceedings and Evidence. (*See Appendix "AEEA-66".*)

The Minister and the witnesses answered questions.

PROCÈS-VERBAUX

LE MARDI 25 NOVEMBRE 1980
(42)

[*Traduction*]

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à 11 h 16.

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, MacBain, Portelance et Rose.

Aussi présents: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M^me^ Lynne Myers et M. John Graham, recherchistes.

Témoin: De l'Electric Vehicle Association of Canada: M. F. G. Johnson, président.

Le greffier du Comité préside à l'élection d'un président suppléant.

Il est convenu,—Que M. Portelance prenne place au fauteuil à titre de président suppléant pour la séance de ce matin.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir Fascicule nº 1.*)

M. Johnson fait une déclaration préliminaire et répond aux questions.

A 12 h 45, le Comité suspend ses travaux jusqu'à 15 h 30.

SÉANCE DE L'APRÈS-MIDI
(43)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à 15 h 35, sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley, Portelance et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef et gestionnaire des projets du Comité.

Comparaît: L'honorable Marc Lalonde, ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources.

Témoins: De Énergie, Mines et Ressources Canada: M. I. E. Efford, directeur général, conservation et énergie renouvelable; M. K. Whitham, sous-ministre adjoint, conservation et produits non pétroliers; M. Tony Tayler, directeur, énergie des transports; M. Charles W. Marriott, directeur général, gaz naturel; M. F. Snape, directeur, programmes solaires.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir Fascicule nº 1.*)

Le ministre fait une déclaration préliminaire.

Sur la motion de M. Gurbin, *il est convenu,*—Que la déclaration du ministre soit jointe aux procès-verbaux et témoignages de ce jour. (*Voir Appendice «AEEA-66».*)

Le ministre et les témoins répondent aux questions.

At 5:52 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

A 17 h 52, le Comité suspend ses travaux jusqu'à convocation du président.

Le greffier du Comité

J. M. Robert Normand

Clerk of the Committee

EVIDENCE

(*Recorded by Electronic Apparatus*)

Tuesday, November 25, 1980

• 1117

[*Texte*]

Le président: A l'ordre!

Nous avons devant nous ce matin, M. F. G. Johnson, président de l'Association des véhicules électriques. M. Johnson a une présentation à nous faire. Au nom du Comité, au nom de nos experts, j'aimerais lui souhaiter la bienvenue. Immédiatement après sa présentation, il permettra aux membres du comité de lui poser des questions.

Monsieur F. G. Johnson, vous avez la parole.

Mr. F. G. Johnson (President, Electric Vehicle Association of Canada): Mr. Chairman, ladies and gentlemen. I would like to thank you first of all for allowing me to come before this committee. I would like to begin with an opening statement which you have and then I would like to go through some slides.

The Electric Vehicle Association was born on 23 July 1979 out of frustration: frustration with the electric industry which could not see the opportunities electric vehicles presented to it; frustrations with the motor vehicle industry, which is in the internal combustion engine business, not the transportation business; frustration with a well-paid bureaucracy occupying comfortable pews while maintaining or building empires and programs and covering their butts to the nth degree; frustration with the government's energy policy which gives millions of dollars in grants to encourage conservation and oil substitution on one hand, while giving billions to keep the price of oil low so Canadians would not be so concerned about the oil problem.

On the other hand, never have better opportunities for Canadian industry been available: opportunity to grow in concert with the electric vehicle industries in other countries, rather than trying to break into a well-established market or re-invent the wheel. Opportunities to use the talents we have rather than looking for that ultimate pie in the sky while others use the current, simple technology that is available; opportunities to look ahead—to be prepared—rather than waiting for crisis management.

• 1120

In May, the Electric Vehicle Association received its Federal Letters Patent. On 2 October 1980, the first annual meeting was held and the seven-man board of directors was formed with Mr. Jack of Kerrwill Publications as chairman. A press release is attached for your information. You will note that the Honourable Robert Andras is also one of the directors.

You will, therefore, note that the submission was made before the first annual meeting and, in fact, the main body of our submission was prepared in May, 1980, some time before I

TÉMOIGNAGES

(*Enregistrement électronique*)

Le mardi 25 novembre 1980

[*Traduction*]

The Chairman: Order, please!

We have before us this morning Mr. F. G. Johnson, President of the Electric Vehicle Association. Mr. Johnson has a presentation for us. In the name of the Committee and our experts, I would like to wish him welcome. Immediately after his presentation the members of the Committee may put questions to him.

Mr. F. G. Johnson, you have the floor.

M. F. G. Johnson (président, Association des véhicules électriques du Canada): Monsieur le président, mesdames et messieurs. Je tiens tout d'abord à vous remercier de m'avoir permis de me présenter devant vous. Je vais tout d'abord vous lire une déclaration préliminaire que vous avez en mains et nous passerons ensuite à quelques diapositives.

L'Association des véhicules électriques est née le 23 juillet 1979 à cause d'un sentiment de frustration: frustration à l'égard de l'industrie de l'électricité qui ne voyait pas toutes les possibilités qui s'ouvriraient à elle grâce aux véhicules électriques; frustration vis-à-vis l'industrie de l'automobile qui ne s'intéresse qu'à vendre des moteurs à combustion interne et non pas à vendre des systèmes de transport; frustration à l'égard de bureaucraties grassement payés, bien assis en rangs d'oignons, édifiant empires et programmes bien assis en rang et protégeant leurs arrières à outrance; frustration à l'égard de la politique énergétique du gouvernement qui donne des millions de dollars en subventions pour encourager la conservation ou la substitution du pétrole d'une part tout en donnant des milliards de dollars pour garder le prix du pétrole à un prix tellement bas que les Canadiens ne se préoccuperont pas de ce problème.

D'autre part, l'industrie canadienne n'a jamais eu de meilleure occasion à saisir: l'occasion de croître de concert avec les diverses industries dans le domaine du véhicule électrique dans d'autres pays plutôt que d'essayer d'envahir un marché déjà très bien établi ou de réinventer la roue. L'occasion de se servir des talents que nous avons plutôt que de courir après «trois lièvres à la fois» tandis que d'autres se servent de la technologie simple actuellement disponible; l'occasion de se tourner vers l'avenir et de s'y préparer au lieu d'attendre d'avoir à prendre en main un situation de crise.

L'Association des véhicules électriques a reçu ses lettres patentes du gouvernement fédéral au mois de mai. La première réunion annuelle a eu lieu le 2 octobre 1980 et le conseil d'administration de sept membres est présidé par M. Jack Kerr de Kerrwill Publications. Il y a ici un communiqué de presse pour votre gouverne. Vous verrez que l'honorable Robert Andras fait aussi partie du conseil d'administration.

Vous noterez aussi que le mémoire a été rédigé avant votre première réunion annuelle et il a été composé, pour la majeure partie, en mai 1980 avant que je ne quitte la Fonction publique. Je vais donc répéter ce que j'ai dit dans le résumé.

[*Text*]

left the public service. I would like to repeat what is said in the executive summary.

In a very real sense, the energy problem in Canada is primarily a crude-oil supply problem. There are many divergent proposals which are a partial solution to this problem. The situation has become so confusing that this special committee on alternate energy is now exploring the situation.

Having determined that transportation is almost 100 per cent dependent on oil and consumes over 50 per cent of our total oil used, the Electric Vehicle Association of Canada believes that the electric road vehicles can contribute to the solution of this crude-oil problem and provide other benefits that are technically and economically feasible, that will improve the environment and social aspects in urban communities, that will have very substantial impact on Canada's balance of payments and will have an overall beneficial economic effect.

The other partial solutions of conservation and substitution of other fuels in the internal combustion engine are left for others to explore. Our primary aim is to use the existing, extensive distribution system of secondary energy—electricity—generated from a variety of primary energy forms, both renewable and non-renewable, to its best advantage, while creating a $1 billion per year Canadian industry.

Our paper, therefore, discusses an electric vehicle strategy for Canada and recommends that a Canadian electric vehicle project office be initiated immediately to prepare and implement the program proposed to reduce our dependence upon oil.

We are prepared to answer any questions and expand on the information provided in the paper submitted. We would, however, like to go through the paper with you and show some slides to give you a better idea of how our oil is used in transportation, where our motor vehicles are located and the types of electric vehicles we are recommending.

The Acting Chairman (Mr. Portelance): I suppose we could look at the slides.

Mr. F. G. Johnson: Can we have some lights down a bit?

I will be going through three slides on energy and then I will give the evolution of three electric vehicle companies in North America and give a few words on these. If you would mind holding questions until the end, I would appreciate that. This chart depicts where our transportation energy goes. If you look at the inner chart, you will see freight and passenger; the second circle divides it into intercity and urban and the outer circle divides it into the various modes of transportation.

The one we are concerned with is the urban vehicles: the urban transportation, which takes in the trucks and the autos, you can see about 37.5 per cent. Intercity autos, we are not concerned about electric vehicles for that area. We do not believe that is a practical way that they should go.

[*Translation*]

Le problème énergétique du Canada est surtout le problème de l'approvisionnement en pétrole brut. Il y a toutes sortes de propositions divergentes qui ne sont que des solutions partielles à ce problème. La situation est devenue tellement confuse que votre Comité spécial étudie maintenant la situation.

Sachant que le transport dépend presque à 100 p. 100 de pétrole et absorbe plus de 50 p. 100 de tout le pétrole que nous consommons, l'Association des véhicules électriques du Canada croit que l'utilisation de véhicules électriques destinés au transport routier peuvent aider à résoudre ce problème du pétrole brut tout en offrant certains autres avantages techniquement et économiquement réalisables qui amélioreraient l'environnement ainsi que certains aspects sociaux des communautés urbaines, qui auraient une incidence significative sur la balance des paiements du Canada et qui auraient donc un effet économique bénéfique en général.

Les autres solutions partielles, notamment la conservation de l'énergie ou l'utilisation d'autres carburants dans le moteur à combustion interne, nous les laissons aux autres à explorer. Notre but premier est de nous servir du système de distribution étendu et déjà existant d'énergie secondaire, l'électricité, produite à partir d'une variété de ressources énergétiques primaires renouvelables ou non renouvelables, nous en servir à meilleur escient tout en créant une industrie canadienne qui nous vaudrait un milliard de dollars par année.

Dans notre mémoire, nous proposons donc une stratégie canadienne en matière de véhicules électriques et recommandons que soit mis sur pied immédiatement un bureau pour préparer et mettre en œuvre le programme proposé afin de réduire notre dépendance vis-à-vis le pétrole.

Nous sommes disposés à répondre à toutes les questions et donner plus de détails sur les renseignements qui se trouvent dans le mémoire présenté. Cependant, nous allons revoir avec vous ce mémoire et vous montrer quelques diapositives pour vous donner une meilleure idée de comment notre pétrole sert au transport, où se trouvent nos véhicules à moteur et quel genre de véhicule électrique nous recommandons.

Le président suppléant (M. Portelance): Nous pourrions visionner les diapositives.

M. F. G. Johnson: Peut-être pourrait-on baisser l'éclairage?

Je vais vous montrer d'abord trois diapositives sur l'énergie et puis je vous raconterai l'évolution de trois sociétés engagées dans la fabrication de véhicules électriques en Amérique du Nord et vous en toucherai quelques mots. Si vous attendiez la fin de mon exposé pour poser vos questions, cela me serait d'un secours précieux. Ce tableau vous montre où va notre énergie en matière de transport. Si vous regardez le tableau du milieu, vous voyez marchandises et passagers; le deuxième cercle c'est la distinction entre le transport urbain et le transport d'une agglomération à l'autre tandis que dans le cercle externe, c'est divisé entre les divers modes de transport.

Celui qui nous préoccupe est la partie qui porte sur les véhicules urbains: le transport urbain, où vous voyez automobiles et camions, cela compte pour environ 37.5 p. 100. Quant au transport par automobiles d'une agglomération à l'autre, ce domaine ne nous préoccupe guère pour ce qui est des véhicules

[*Texte*]

But I would like to indicate the impact, the consumer—in that bottom section there for the automobile—is a very large segment which can have a big effect on our energy, and the trucks are the next one. You might note that transit, although there is a lot of talk about transit, occupies a very small percentage of our energy.

The distribution of motor vehicles in Canada is like this, with Ontario having about 40 per cent; Quebec having about 25 per cent and on to B.C. with 15 per cent. The main point of this slide is that Quebec and Ontario have 65 per cent of the motor vehicles in Canada, they have no oil, and they have a large supply of electricity. They also are dependent on the auto industry for a good part of their industry.

• 1125

Let us put electric vehicles in perspective. By the year 2000, 80 per cent of our vehicles will still all be using internal combustion engines powered by gasoline, diesel, methanol and synthetic gasoline and hydrogen. You have heard about all of these. On the other hand, we predict that electric vehicles could occupy up to 20 per cent of our motor vehicles fleet in the year 2000.

Mr. Gurbin: The graph on the right; is that showing what will be the case if we do not do something different? Is that the idea in the year 2000? Can you reverse that sheet?

Mr. F. G. Johnson: Oh. Yes.

Mr. Gurbin: That graph on the right; you are saying that that is the way it is going to be, unless we go to electricity with 20 per cent, or what?

Mr. F. G. Johnson: That is what I think it is going to be. Electrics are not going to come unless we do something about it.

Mr. Gurbin: Okay.

Mr. Rose: Well, that is not okay as far as I am concerned.

The Acting Chairman (Mr. Portelance): Mr. Rose.

Mr. Rose: I will not prolong you much, but I would like to know whether that is your projection, or what is it. Does the 20 per cent electrical on that graph mean that is what will happen if we do nothing at all, or if we follow your recommendations?

Mr. F. G. Johnson: If you follow our recommendations.

Mr. Rose: Alright.

Mr. F. G. Johnson: Okay, I want to speak about three different companies. Now this goes back to 1974 and it is a converted Japanese Subaru van which was shown in February

[*Traduction*]

électriques. Nous ne croyons pas que ce soit une façon pratique de faire.

Je vais vous montrer quelle incidence, le consommateur . . . dans la partie du bas, là, pour l'automobile . . . c'est une très large partie qui peut avoir une énorme incidence sur notre énergie et il y a ensuite les camions. Vous voyez que le transport de passagers, même si on en parle beaucoup, ne compte que pour un très faible pourcentage de consommation de notre énergie.

Les véhicules à moteur au Canada se retrouvent dans les provinces suivantes: 40 p. 100 en Ontario, 25 p. 100 au Québec et 15 p. 100 en Colombie-Britannique, à peu près. Ce qu'il y a à retenir à propos de véhicule montré sur cette diapositive, c'est que le Québec et l'Ontario comptent à eux deux 65 p. 100 des véhicules à moteur au Canada, que ces provinces n'ont pas de pétrole mais qu'elles disposent d'abondantes sources d'énergie électrique. Leur activité industrielle dépend aussi largement de l'industrie automobile.

Replaçons maintenant ces véhicules électriques dans une perspective plus large. D'ici l'an 2000, 80 p. 100 de nos véhicules fonctionneront encore au moyen de moteurs à combustion interne qui seront alimentés en essence, en carburant pour diésel, en méthanol, en essence synthétique et en hydrogène. Vous avez certainement entendu parler de tous ces carburants. Par ailleurs, nous prédisons que la voiture électrique pourra correspondre à environ 20 p. 100 de tous les véhicules à moteur d'ici cette même date.

M. Gurbin: Ce qui figure sur le graphique à droite indique-t-il dans quel état nous nous trouverons si nous ne prenons pas de mesures inédites? Est-ce votre perspective pour l'an 2000? Pouvez-vous revenir à cette diapositive?

M. F. G. Johnson: Oui, certainement.

M. Gurbin: Ce graphique indique-t-il que c'est ainsi qu'évolueront les choses à moins que nous n'options pour les véhicules électriques dans une proportion de 20 p. 100 ou est-ce autre chose?

M. F. G. Johnson: Il montre la perspective pour l'an 2000. Quant aux véhicules électriques, ils ne feront pas leur apparition à moins qu'on ne prenne des dispositions spéciales en ce sens.

M. Gurbin: Ça va.

M. Rose: Eh bien!, pour moi, ça ne va pas.

Le président suppléant (M. Portelance): Monsieur Rose.

M. Rose: Je ne prendrai pas beaucoup de votre temps mais je voudrais savoir s'il s'agit de votre projection ou d'autre chose. Le 20 p. 100 correspondant aux véhicules électriques sur ce graphique signifie-t-il que c'est ainsi qu'évolueront les choses sans qu'on intervienne ou si nous suivons vos recommandations?

M. F. G. Johnson: Si vous suivez nos recommandations?

M. Rose: Oh, bon.

M. F. G. Johnson: Bon, je vais maintenant parler de trois autres prises différentes. En voici une dont les travaux remontent à 1974. L'un d'entre eux a donné la camionnette japonaise

[*Text*]

1974 in Washington when the Americans were lining up at the gas pumps. Here is another view of it. You have seen it in Ottawa. In 1977, the company had progressed to this point. In 1974, this was on show. They also had other vehicles at that time; they were starting to build Ford trucks and vans.

I wanted to pause on this gentleman, because this is a good story. The gentleman with the Scottish hat comes from Vancouver. In 1973, he was trying to get this company set up in Canada. He was part of Jet Industries. He still owns the international rights, but he has lost the main part of the company. This year, they have come out with his 007; it is their first entry into cars. That company provides the largest number of vehicles to the U.S. demonstration program. They have delivered about 200 vehicles up to the present time. I can say more about that later.

Now, let us move on to another company. Also back in 1974, a high school teacher from Ohio converted his wife's 1977 Pinto and showed it at that show. The next time I heard about this vehicle or company, was when the Province of Manitoba under the premiership of the current governor general, announced that they were buying seven of these vehicles. Seven out of the first 10 vehicles that that company produced came to Canada. The press had a field day. They have now all been dispersed. However, watch what has happened to this company. They have the option on this bus, which is operating in the United States, and has been for four or five years; it is operating on Roosevelt Island and in Palm Beach, California. They also, in 1977, joined together with British Chloride, and EVA Chloride was formed and that tied up with that bus. At the same time they showed their first AMC Pacer. They called it "the change of pace"; it was an electric car.

In 1978, they were taking orders for that Pacer, and were putting it out to the demonstration test sites in the United States.

This year they are showing the Ford Fairmont, because the Pacer went out of production. This is the Ford Fairmont van.

This company is the second largest producer of electric vehicles in the United States. They will, very likely, be providing some vehicles to Ontario Hydro shortly. They got their first loan guarantee through the U.S. program of $175,000. The other company just received a loan guarantee for $3 million from the U.S. government.

• 1130

Now let us come to Canada. In the early seventies this was a Canadian company. Those are all electric vehicles. They produced these vehicles for the City of Montreal. Obviously it was a golf cart company and building on that. This vehicle has

[*Translation*]

Subaru convertie, laquelle a été exposée en février 1974 à Washington lorsque les Américains faisaient la queue aux stations-service. En voici une autre diapositive. Vous l'avez déjà vue à Ottawa. En 1977, l'entreprise en était rendue là puis en 1978, ce modèle-ci a été exposé. Elle construisait également d'autres véhicules alors et commençait à modifier des camions et des camionnettes Ford.

Je vais maintenant vous parler un peu de cet homme que vous voyez sur l'écran car son histoire est intéressante. Il s'agit de celui qui porte un chapeau écossais. Il vient de Vancouver et en 1973, il essayait de mettre sur pied son entreprise au Canada. Il faisait partie des industries Jet dont il détient encore les licences internationales bien qu'il n'en ait plus la participation majoritaire. Or cette année, l'entreprise a produit sa première voiture, il s'agit du modèle 007. Elle fournit aussi le plus grand nombre de véhicules au programme expérimental américain. Je crois qu'elle a déjà livré environ 200 véhicules dans le cadre de ce programme jusqu'à maintenant. J'y reviendrai plus tard.

Passons maintenant à une autre entreprise. Encore une fois en 1974, un enseignant du secondaire de l'Ohio a transformé la voiture de sa femme, une Pinto 1977 et l'a exposée lors du salon que vous voyez. J'ai ensuite entendu parler de ce véhicule lorsque le premier ministre du Manitoba d'alors, c'est-à-dire l'actuel gouverneur général annonça que son gouvernement achetait sept de ces véhicules. Il s'agit de sept sur les dix premiers envoyés au Canada par l'entreprise. Ce fut un grand jour pour la presse mais depuis, ils sont dispersés. Toutefois, il est intéressant de noter ce qui est arrivé à la société en question. Elle a une option d'achat sur l'autobus que vous voyez, qui est en service aux États-Unis depuis quatre ou cinq ans. On le trouve sur l'île Roosevelt et à Palm Beach en Californie. En outre, en 1977, elle s'est joints à la *British Chloride* pour former la *EVA Chloride* à propos de ce projet d'achat de l'autobus. A la même époque, elle a exposé sa première voiture AMC Pacer modifiée et à laquelle elle a donné le nom de *Change of Pace*. Il s'agit d'une voiture électrique.

En 1978, elle en prenait des commandes et en a envoyé aux centres d'essais des États-Unis.

Cette année, eller expose une Ford Fairmont étant donné que la Pacer n'est plus fabriquée. Voici la camionnette Ford Fairmont.

Cette entreprise est la deuxième en importance aux États-Unis pour ce qui est de la production de véhicules électriques. De plus, il est fort probable qu'elle fournira des véhciules à Ontario Hydro sous peu. Elle a reçu son premier prêt garanti de $175,000 grâce au programme américain. L'autre compagnie vient d'en recevoir un de 3 millions de dollars du gouvernement des États-Unis.

Passons maintenant à ce qui se fait au Canada. Au début des années 1970, une entreprise canadienne a fabriqué ces véhicules électriques que vous voyez pour la ville de Montréal. Cette société produisait déjà des voiturettes de golf et a étendu

[*Texte*]

been operating at the communications research lab out at Shirleys Bay for about four years.

Then in 1974 at that first show, on which I started with those others, they produced an experimental electric car which has five wheels. The batteries are carried on the fifth wheel under the back. Then they decided the response was so good they would build a chassis that could be used for either a car or a multi-purpose vehicle. That vehicle was shown in Chicago in April, 1970. This one was used at the back for demonstrations for people. You will see one of those running around Ottawa right now.

At that time they built five vehicles. They delivered two to the Department of National Defence in March, 1977; they delivered one to Eastern Kodak Company in Rochester, New York; and two were for show.

Here is a better looking vehicle. Going back a little, that vehicle chassis was used by the National Film Board to film the Olympics—the marathon at the Olympics. That was the vehicle used.

Mr. Gurbin: I like them all.

Mr. F. G. Johnson: Also, three of those vehicles were used at the Commonwealth Games in Edmonton.

The next thing we found is in October 1978 this vehicle was produced, and also in 1978 we see there are two vehicles in the parade at Philadelphia. Let me just stop and say a bit about that vehicle.

The six-wheel chassis was developed. They took it to the U.S. Postal Service because they were not getting sufficient attention in Canada and said to the U.S. Postal Service, what do you think of this vehicle and what would you like on it? They told them. They went to work with Consolidated Aluminum in the United States and with Davis Electrical in North Carolina and put together that vehicle. In early October it spent two weeks in Washington being looked at by the U.S. Department of Energy and the Post Office and then it went to the show in Philadelphia, and from there Consolidated Aluminum took it to Los Angeles, where it was the first vehicle ever made out of that particular material. It is two thin sheets of aluminum with a polyethylene core.

In May of this year in St. Louis, there is one of the Canadian vehicles. There is one that is being used commercially in St. Louis. You have probably all seen the Briggs & Stratton hyrid car which has received a great deal of publicity. Note the six-wheel design. That is not a coincidence—or maybe it is a coincidence. That chassis was built in Montreal. I personally rode in the bare chassis before it went to Briggs & Stratton.

The object of Briggs & Stratton's test was to show that a Briggs & Stratton engine could do more than just run lawnmowers. So it was strictly a promotion project. They put about $250,000 into it. The vehicle was shown for the last time in Toronto at our 3rd Canadian Electrical Vehicle Seminar in October this year.

[*Traduction*]

ses activités à partir de cela. Ce nouveau véhicule fonctionne depuis 4 ans au laboratoire de recherche en communication de Shirleys Bay.

Puis en 1974, lors du premier salon, elle a fabriqué une voiture électrique expérimentale à cinq roues. La batterie d'accumulateurs est portée sur la cinquième roue, sous le véhicule. La réaction a été tellement favorable, qu'on a décidé de construire un châssis pouvant servir pour fabriquer soit une voiture soit un véhicule à usages multiples. Ce véhicule-ci a été exposé à Chicago en avril 1970. Celui-là a servi aux démonstrations publiques. Il y en a d'ailleurs un en fonctionnement à Ottawa à l'heure actuelle.

Cette entreprise a donc construit cinq véhicules à ce moment-là dont deux ont été livrés au ministère de la Défense nationale en mars 1977, un à la compagnie *Eastman Kodak* de Rochester, New York et deux ont été réservées pour les expositions.

Voici un véhicule plus élégant. Si on revient un peu en arrière, c'est de ce châssis de véhicule que s'est servi l'Office national du film pour filmer le marathon lors des Jeux olympiques. C'est de ce véhicule qu'on s'est servi.

M. Gurbin: Quant à moi, ils me plaisent tous.

M. F. G. Johnson: Trois d'entre eux ont également servi lors des Jeux du Commonwealth, à Edmonton.

En 1978, on a fabriqué le véhicule que vous voyez et la même année, deux ont participé au défilé de Philadelphie, comme vous le voyez sur l'écran. Je vais en parler un peu plus longuement.

Ce véhicule a marqué l'apparition du châssis à six roues. Toutefois, étant donné le peu d'attention qu'il obtint au Canada, on le montra au Service des postes américain pour lui demander ce qu'on en pensait. Après cela, l'entreprise s'est lancée conjointement avec la Consolidated Aluminum des États-Unis et la Davis Electrical de Caroline du Nord pour le fabriquer. Au début d'octobre, le ministère américain de l'énergie et le Service des postes l'ont examiné pendant des semaines à Washington. Ensuite, on l'a fait participer au défilé de Philadelphie puis la Consolidated Aluminum l'a amené à Los Angeles, où c'était la première fois qu'on voyait un véhicule construit avec ces matériaux, c'est-à-dire deux minces feuilles d'aluminum recouvrant une coquille de polyéthylène.

Voici l'un des véhicules canadiens exposé à St. Louis au mois de mai dernier. On en voit là un utilisé à des fins commerciales dans cette même ville. Vous avez probablement tous vu cette voiture hybride de Briggs & Stratton car elle a fait l'objet d'une publicité très poussée. Notez ces six roues qui ne sont pas là par coïncidence, enfin, peut-être le sont-elles. Quoiqu'il en soit, son châssis a été construit à Montréal et pour ma part, je me suis promené dans ce châssis seul avant qu'on ne l'envoie chez Briggs & Stratton.

La raison pour laquelle cette entreprise voulait le voir était de prouver qu'elle pouvait fabriquer autre chose que des tondeuses à gazon. Il s'agissait donc strictement d'un programme de réclame commerciale auquel l'entreprise a consacré envrion $250,000. La dernière fois que ce véhicule a été

[*Text*]

Within our paper we have spoken about three types of vehicles. The utility type of vehicle—and this is one of the first ones. I would just like to show a few slides and you will notice that most of them are conversions.

That is the General Motors Van Dura, of which 35 are in use by American Telephone and Telegraph at the present time.

The next item I talk about in the paper small cars. This one was shown in 1974.

Production was announced, and about 2,000 of them were built.

In March, 1976 they had an improved version as a result of consumer feedback. In 1980 the company had gone bankrupt—and I can tell you why, but we will not belabour it right now—and another company picked it up. The vehicle has been redesigned and is being marketed in the States right now for about $5,000. There are a lot of those. Also, that company has an order for 375 vehicles from the U.S. Postal Service; not this exact vehicle but a derivation of it, a little larger one.

• 1135

Mr. Gurbin: Would you rather not go into why it went bankrupt?

Mr. F. G. Johnson: Let me come back to it, if I may. There will be lots of questions.

There in St. Louis there is a line-up. They bring those cars to a show and sell them, and go home with nothing except money.

Here is another car that is being shown at these shows. It is a three-wheeler that they claim will go 60 miles an hour. It is a one-passenger car but it is one of the things that is being marketed in the United States right now. Here is another version. This is a four-passenger car; two passengers sit facing the rear. I cannot sit in it.

This next car was built in 1974 and that is in my driveway.

Also in my paper I mention a luxury car. This car, shown in 1977, is a Chevy Malibu. Lloyd Bridges, the movie star, and Yehudi Menuhin own cars like this. At that show there was also a $120,000 Cadillac.

Here is the electrovolt, the one the Minister of Energy and Department of Industry, Trade and Commerce have been after. We have seen reports that Windsor may get an electric car plant, and this is the company that is involved.

A teacher at Fellowes High School in Pembroke is one of the founding members of the association. He has been building electric cars and that is his only car. He drives it to a boat

[*Translation*]

exposé à Toronto, était le mois dernier, lors du Troisième séminaire canadien sur le véhicule électrique.

Notre mémoire mentionne trois sortes de véhicules, le premier est le véhicule utilitaire dont vous voyez l'un des premiers prototypes sur l'écran. Je vais maintenant vous montrer quelques diapositives illustrant des modèles transformés.

Voici le Van Dura de la General Motors, dont 35 sont actuellement en service à l'American Telephone and Telegraph.

La deuxième catégoire, c'est celle des petites voitures. En voici une exposée en 1974.

Près de 2,000 modèles ont été fabriqués.

A la suite des réactions des consommateurs, en 1976, on en a présenté un modèle amélioré. Cependant, en 1980 l'entreprise a fait faillite et l'exploitation du modèle est donc passée entre d'autres mains. Je connais les raisons de la faillite en question, mais je ne m'étendrais pas là-dessus pour le moment. Ce véhicule a été redessiné et il est vendu aux États-Unis à l'heure actuelle, au prix d'environ $5,000. On en trouve beaucoup. De plus, cette société a reçu des services postaux américains une commande pour 375 véhicules; ce n'est pas exactement celui-ci, mais une variation, de taille un peu plus grande.

M. Gurbin: Ne voudriez-vous pas plutôt nous expliquer pourquoi cette société a fait faillite?

M. F. G. Johnson: J'y reviendrai, si vous me le permettez. Il y aura beaucoup de questions.

Voici à St-Louis une rangée de ces véhicules. Les fabricants les amènent à cette exposition et les vendent, ils n'en ramènent aucun et retournent chez eux avec l'argent en poche.

Voici une autre automobile montrée lors de ces expositions. C'est un véhicule à trois roues qui, d'après le fabricant, peut atteindre 60 milles à l'heure. C'est une voiture à une place, mais c'est là un des produits mis en marché actuellement aux États-Unis. En voici une autre version. Il s'agit d'une auto à 4 places; deux des passagers doivent faire face à l'arrière. Je ne puis y prendre place.

Cet autre véhicule a été construit en 1974 et il est ici stationné dans mon allée.

Dans mon exposé, je parle d'une automobile de luxe. Cette auto, d'abord présentée en 1977, est une Chevy Malibu. La vedette de cinéma Lloyd Bridges, de même que Yehudi Menuhin sont propriétaires de tels véhicules. Lors de cette exposition, ont pouvait également voir une Cadillac électrique valant $120,000.

Voici l'électrovolt, le véhicule qui intéresse le ministre de l'Énergie de même que le ministère de l'Industrie et du Commerce. Certains rapports indiquent qu'on pourrait construire une fabrique d'automobiles électriques à Windsor, et voici la société qui s'en occupe.

Un professeur du *Fellowes High School* à Pembroke, est l'un des membres fondateurs de l'association. Il construit des véhicules électriques et il n'a que celle-ci. Il utilise son auto

[*Texte*]

launch, then gets in an electric boat and goes to his cottage. But we have the capability in Canada.

I think I have covered most of the things in the paper but I have suggested various options that could be looked at. Our conclusion is that we need to have an expanded program in Canada.

I might say a bit more about the present situation. The current program in Canada is a $1.4 million program over five years. It would never have happened if there had not been an unsolicited proposal put forward which Alastair Gillespie pushed. I was told the program did not have a hope in hell of being approved if it were not for him. The Hon. Robert Andras was chairman of the Board of Economic Development and Alastair Gillespie was on that board; and that approved in principle this particular program.

That program called for a demonstration project, and seven vehicles are now in use in the Welland Canal. That big van I was showing you is there. Ten of those vehicles are on order to the U.S. Postal Service, Ontario Hydro has taken delivery of one recently, and there are a number of others who are interested in purchasing them. The second phase of the program was to improve components, research and development to come up with improved components to make that a better vehicle, and at the end of that stage to produce another seven or eight vehicles for the second demonstration fleet. To follow would come greatly improved components to produce, shall we say, the ultimate vehicle after five years. However, I submit to you that five years is too long. If we wait for five years the industry will be well established by these other companies, such as I have shown you in the United States.

• 1140

The competition, U.S. public law, what you see in the paper, that act that was passed over a presidential veto in September 1976 allotted $160 million to the Electric and Hydro Vehicle Research, Development and Demonstration Act. Actually, we had proposed in 1975 a program which had all the elements that that program has. Senator McClure and Congressman McCormick were the men behind that program, and I guess without them it would not have happened.

But that is just one program in the U.S. and as of now, you have probably heard there is a major commercialization program for electric vehicles in the United States. Once they reach their goal, what is there left for Canada? Proposed program elements, when we expand this program, are demonstrations and you have to get the vehicles out so people can see them. When I speak to people and they drive in some of these vehicles, they say: we did not realize electric vehicles would progress to this stage.

[*Traduction*]

électrique pour se rendre au quai où il saute dans un bateau électrique pour aller jusqu'à son chalet. Ainsi, nous avons tout ce qu'il nous faut au Canada.

Je crois avoir couvert la plupart des élements de mon document, mais j'ai proposé diverses options qu'on pourrait étudier. Nous concluons qu'il faudrait au Canada un programme plus étendu.

Je voudrais vous donner plus de détails quant à la situation actuelle. Présentement au Canada, il existe un programme représentant une dépense de 1.4 million de dollars sur 5 ans. Cela n'aurait jamais été possible si on n'avait pas fait de proposition non sollicitée et si Alastair Gillespie n'avait pas adopté l'idée. On m'a dit que sans lui, ce programme n'aurait jamais été approuvé. L'honorable Robert Andras était président du Conseil de développement économique et Alastair Gillespie était membre du conseil qui a approuvé ce programme en principe.

Dans le cadre de ce programme, on devait réaliser un projet de démonstration, et 7 véhicules sont maintenant utilisés au canal de Welland. Dix des grosses camionnettes que je vous ai montrées tout à l'heure ont été commandées par le service postal américain; Ontario Hydro a récemment pris livraison d'un de ces véhicules; il y a un certain nombre d'autres clients désireux d'acheter cette camionnette. A la deuxième étape du programme, l'objectif était d'améliorer les composantes, de faire de la recherche pour améliorer les véhicules; à la fin de cette étape, on voulait produire 7 ou 8 autres véhicules pour le deuxième parc de démonstration. Par la suite, on obtiendrait des composantes grandement améliorées pour produire après 5 ans le véhicule parfait, pour ainsi dire. Toutefois, à mon avis 5 ans c'est trop long. Si nous attendons 5 ans, le marché sera accaparé par les sociétés américaines dont je vous ai parlé tout à l'heure.

La concurrence nous vient d'une loi américaine, comme on l'a vu dans les journaux. Cette loi, la Electric and Hydro Vehicle Research, Development and Demonstration Act a été adoptée en septembre 1976 malgré un veto présidentiel et en vertu de cette loi, on accorde 160 millions de dollars aux travaux dans ce domaine. De fait, en 1975, nous avions proposé un programme très semblable à celui-là. Le sénateur McClure et le Congressman McCormick ont appuyé le programme américain et sans eux, je crois qu'il n'aurait pas été adopté.

Toutefois, ce n'est là qu'un des programmes en vigueur aux États-Unis et vous avez sans doute entendu parler de l'important programme de commercialisation des véhicules électriques lancé aux États-Unis. Une fois qu'ils auront atteint leur but, que restera-t-il pour le Canada? Les éléments de programme dont nous proposons l'adoption sont des projets de démonstration et il faut exposer ces véhicules afin que la population puisse les voir. Lorsque j'en parle à des gens qui conduisent certains de ces véhicules ils disent: nous ne savions pas que les véhicules électriques pourraient atteindre pareil niveau de progrès.

[*Text*]

We need incentives—financial incentives, technical incentives and institutional incentives. These are being provided in the U.S., in the U.K., in Japan, in France and in Germany. They are a companion association to ours only much larger, sponsored by the European Economic Community called AVERE, and some of their people are in Canada this week. Research and development—vehicle systems, electrical components, propulsion systems and batteries—we have the capability but until the government accepts the idea that we should have electric vehicles, there is not any reason to develop components for them.

Public information—public awareness and acceptance, and it is absolutely essential that we have relatively large fleets of electric vehicles operating so that people can see, hear, feel, smell and know what they will do.

An hon. Member: Do they smell? There is no polluting.

Mr. F. G. Johnson: No; that is what you do—you smell and you do not smell anything. Special studies—barrier and incentive identification; impact on energy, environment and transportation; market and technology assessments; I have already mentioned these three areas. Utility or work vehicles for the domestic market and for export—there is no reason why we cannot export; I was in Iceland in February and they could use electric vehicles just as well as we can, probably better—a small urban car for the domestic market and a full-size luxury car for the export market, export only. I do not consider there is any market in Canada for it.

The elements for three market segments as well as battery projects are now available and only require a firm commitment on the part of the federal and provincial governments to make their exploitation possible. We need a commitment to the need to speed up and expand the current program under Transport Canada research and development and Dilworth, Secord, Meagher & Associates. That is the $1.4 million program. We need some added component development projects outside the existing programs but complementary to them, and we have an infinitely variable transmission that is just about ready to go. As a matter of fact, about $190,000 has been asked for that, and that could be a real answer to electric vehicles and a lot of other things, too.

Mr. Gurbin: What do you mean by infinitely variable transmission?

Mr. F. G. Johnson: You push a button or a lever and you go from zero to full speed without going through a changing of gears as you do now. Even your automatic transmission swit-

[*Translation*]

Nous avons besoin de mesures incitatives, aux niveaux financier, technique et institutionnel. Ces mesures existent aux États-Unis, au Royaume-Uni, au Japon, en France et en Allemagne. Il existe une association affiliée à la nôtre, mais beaucoup plus importante, qui s'appelle AVERE; elle est parrainée par la Communauté économique européenne et certains de ces représentants sont au Canada cette semaine. Nous avons ce qu'il faut pour faire de la recherche et du développement pour mettre au point des modèles de véhicules, des composantes électriques, des systèmes de propulsion et des batteries. Toutefois, il n'y a aucune raison de mettre au point de telles composantes tant que le gouvernement n'acceptera pas l'idée qu'il nous faut des véhicules électriques.

Nous devons lancer des programmes d'information et de sensibilisation du public, et il est absolument essentiel que nous ayons des parcs assez importants de véhicules électriques afin que les gens puissent les voir, les entendre, les sentir et savoir de quoi ils sont capables.

Une voix: Y a-t-il une odeur? Ils ne polluent pas, n'est-ce pas?

M. F. G. Johnson: Non; c'est ce que vous faites, vous les sentez et il n'y a pas d'odeur. J'ai déjà parlé d'études qu'on devrait mener dans trois domaines, a savoir l'identification des obstacles et des mesures incitative, l'évaluation de l'incidence sur l'énergie, l'environnement et les transports, de même que l'analyse des marchés de la technologie. Il faudrait également étudier l'utilité des véhicules industriels pour le marché intérieur et pour l'exportation; il n'y a rien qui pourrait nous empêcher d'exporter; j'étais en Islande en février dernier et j'ai constaté qu'ils pourraient utiliser des véhicules électriques tout aussi bien que nous, et probablement mieux. Il nous faudrait produire une petite automobile urbaine pour le marché intérieur et une grosse voiture de luxe, exclusivement pour le marché d'exportation. Je ne crois pas qu'il y ait de marché au Canada pour une voiture pareille.

Les éléments de recherche sur trois secteurs du marché de même que des projets de recherche sur des batteries sont maintenant en place et n'attendent qu'un engagement ferme de la part des gouvernements fédéral et provinciaux pour être exploitables. Il nous faut un engagement face aux besoins d'assurer et d'élargir le programme actuel administré conjointement par la secteur de la recherche et du développement de Transport Canada et Dilworth, Secord, Meagher and Associates. Il s'agit de ce programme de 1.4 million de dollars. En plus des programmes existants, il nous faudrait travailler de concert sur d'autres projets de mise ou des composantes; une transmission à régime totalement variable est sur le point d'être lancée. De fait, on a demandé environ $190,000 pour cette recherche et cette transmission pourrait représenter une solution pour un grand nombre de véhicules électriques et pour beaucoup d'autres appareils aussi, d'ailleurs.

M. Gurbin: Qu'entendez-vous par transmission à régime totalement variable?

M. F. G. Johnson: Il suffit d'appuyer sur un bouton ou un levier pour passer du point mort à la prise directe sans devoir changer l'engrenage comme c'est le cas maintenant. Même les

[*Texte*]

ches through a series of geas as well as your manual one. This is completely smooth right through.

Mr. Rose: Is it copied from . . .

Mr. F. G. Johnson: No.

Mr. Rose: On some . . .

Mr. F. G. Johnson: Well, there are all kinds of these. This particular one is a mechanical transmission. The inventor was a professor at RMC. It is really something. Until about two years ago it could not be produced because the machine tools were not available. ETM has made it possible.

The financial incentives are required for the current Canadian company. One company has put approximately $2 million of its own money into it with very little assistance from the federal government or provincial governments.

• 1145

We need a project to demonstrate small electric cars in one or two urban areas of Canada, the small cars that I showed you. We need to import 100 to 500 vehicles, duty free, to gain time, as there is no way we can develop a vehicle; it takes several years to develop one to get it to the demonstration phase. We bring some in, we demonstrate them, we get the licence to build and the licence to assemble vehicles to feed the market that will develop, and then Canadian companies will say they can build a better mousetrap and, by that time, it will be a worthwhile development.

The Acting Chairman (Mr. Portelance): Bring them in from where?

Mr. F. G. Johnson: The United States. The other one, which is the encouragement of an existing U.S. company with potential U.S. market to locate in Canada, is the big one you have seen. I might say something about that. People say, oh, a luxury car, a big heavy thing like that we do not want. But the thing is they have the technology to push a 7,000 pound car at 65 to 70 miles per hour for 45 to 50 miles and recharge it in 35 to 45 minutes, and perhaps we can use that technology where we need it. I have personally driven that car on the throughway in St. Louis.

I come to our final point. It is recommended that we have a Canadian electric vehicle project office to prepare and implement such a program. Why do I say that? The Department of Energy, Mines and Resources looks after energy policy; Transport looks after transportation R and D; Industry, Trade and Commerce looks after industrial development; the Ministry of State for Science and Technology talks R and D. How do we put this all together? This is why we recommend a project office, preferably outside the government departments. I would welcome any questions.

[*Traduction*]

transmissions automatiques ont besoin d'une série d'engrenages, tout comme les boîtes de vitesses manuelles. Avec la transmission à régime totalement variable, il n'y a pas d'intermédiaires.

M. Rose: C'est une copie de . . .

M. F. G. Johnson: Non.

M. Rose: Sur quelques . . .

M. F. G. Johnson: Il y a toutes sortes de transmissions de ce genre. Dans ce ces-ci, il s'agit d'une transmission mécanique. Son inventeur était professeur au RMC. C'est vraiment quelque chose. Il y a deux ans, cette transmission ne pouvait être fabriquée car les machines-outils n'existaient pas. Cela a été rendu possible par l'ETM.

Des mesures fiscales d'encouragement seraient nécessaires pour les sociétés canadiennes existant déjà. L'une de ces sociétés a investi environ deux millions de dollars de sa poche et n'a reçu que très peu d'aide des gouvernement fédéral ou provinciaux.

Nous avons besoin d'un programme qui nous permettrait de faire la démonstration dans 2 centres urbains au Canada de ces petites autos électriques que je vous ai montrées tout à l'heure. Nous devons importer 100 à 500 véhicules, hors taxe, pour gagner du temps, car il nous serait impossible de mettre au point un tel véhicule; il faut plusieurs années de travail avant d'en arriver à l'étape de démonstration. Nous importons donc des véhicules, nous en faisons la démonstration, nous obtenons une licence de fabrication et de montage de ces véhicules pour satisfaire la demande qui sera ainsi créée, puis les fabricants canadiens se diront qu'ils peuvent construire un meilleur véhicule; d'ici là, l'entreprise en vaudra la peine.

Le président suppléant (M. Portelance): D'où les ferait-on venir?

M. F. G. Johnson: Des États-Unis. On a d'ailleurs beaucoup entendu parler de l'intention d'encourager une société américaine existante à venir s'installer au Canada. Je vais vous en dire quelques mots. Les gens se disent qu'ils ne veulent pas une automobile de luxe, très lourde. Toutefois, ils ont la technologie nécessaire pour pousser une automobile de 7,000 livres à des vitesses de 65 à 70 milles à l'heure sur 40 à 50 milles, pour ensuite recharger le véhicule en 35 à 45 minutes; nous pourrions peut-être utiliser cette technologie là où nous en avons besoin. J'ai moi-même conduit cette voiture sur une autoroute à Saint-Louis.

J'en arrive à ma dernière observation. Nous recommandons la création d'un bureau canadien des véhicules électriques pour préparer et mettre en œuvre un tel programme. Pourquoi? Le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources s'occupe de la politique énergétique; le ministère des Transports s'occupe des transports et de la recherche et du développement; le ministère de l'Industrie et du Commerce s'occupe de l'expansion industrielle; le ministère d'État à la Science et à la Technologie s'occupe de recherche et de développement. Comment coordonner tous ces efforts? C'est pourquoi nous recommandons un bureau des ministères gouvernementaux. Je suis maintenant à votre disposition pour répondre aux questions.

[*Text*]

The Acting Chairman (Mr. Portelance): Thank you, Mr. Johnson. I will not start questioning; I think Mr. Rose had his name down first and then Mr. Gurbin. I will have questions after. Mr. Rose.

Mr. Rose: Well, I did not know I had my name down first, but I will start it off. Perhaps we have a fair amount of time so that we can probably have an interchange, and then some of us get back in for a second round.

The Acting Chairman (Mr. Portelance): Sure.

Mr. Rose: Mr. Johnson, could you give us a little word about your own background? I think you have hinted that you were once a bureaucrat but now, you know, you are pure.

Mr. F. G. Johnson: I come from Moose Jaw, Saskatchewan. I joined the army in 1942, went back to university in 1946 and graduated from the University of Saskatchewan in 1949 with a B.Sc. in mechanical engineering. I went back in the army and I remained there until 1973 where I served in RCEME, and my last job was as Acting Director of the Directorate of Vehicle and Field Engineering. Then I reached the compulsory retirement age in 1973 and moved into Industry, Trade and Commerce, Transportation Industries Branch, which was right down my alley. The subject of electric vehicles was given to me in 1973: here is something we should look at, go to it, and that I did.

Mr. Rose: Part of your introductory statement has to do with a pretty outspoken criticism of our current energy policy, especially as it relates to the industry in which you have taken a great interest. What you are saying essentially is that we are willing to give billions of dollars on incentives. We are also willing to give millions of dollars—but it is really billions of dollars—in terms of increasing our supply.

You spoke directly to me, because an interest of mine is that the demand curve has not received equal attention or financing. Some people say the reason for that is that you cannot tax reduced demand, but governments can tax increased supply. Is that your view? Do you think there is a bias against this sort of thing because there is no money in it?

Mr. F. G. Johnson: I think there is a bias against this sort of thing as long as energy prices are low, as they are. You will not encourage anyone to look for an alternative. I think you may have the figures mixed up, I was saying millions in advertising of conservation of energy on substitution of, let us say, gas; we are giving grants to put gas in instead of oil into our houses. Quite frankly if the price of oil was up I would be doing my own conversion. That would be my incentive, but I do not have an incentive.

[*Translation*]

Le président suppléant (M. Portelance): Merci, monsieur Johnson. Je ne poserai pas la première question; je crois que M. Rose a le premier inscrit son nom, puis M. Gurbin. Je poserai mes questions après eux.

M. Rose: Je ne savais pas que j'étais le premier inscrit, mais je vais commencer. Nous avons peut-être beaucoup de temps, alors nous pourrons faire un échange puis certains reviendront au deuxième tour.

Le président suppléant (M. Portelance): Certainement.

M. Rose: Monsieur Johnson, pourriez-vous nous donner quelques détails quant à vos antécédents? Sauf erreur, vous avez laissé entendre que vous avez déjà été bureaucrate, mais que vous êtes maintenant pur.

M. F. G. Johnson: Je suis originaire de Moose Jaw, Saskatchewan. Je me suis engagé à l'armée en 1942, je suis retourné à l'université en 1946 pour obtenir en 1949 un diplôme de baccalauréat en génie mécanique de l'Université de la Saskatchewan. Je suis retourné à l'armée et j'y suis resté jusqu'en 1973; je travaillais au RCEME, et mon dernier poste était celui de directeur intérimaire de la direction des véhicules et du génie terrestre. J'ai atteint l'âge obligatoire de la retraite en 1973 et je suis passé au ministère de l'Industrie et du Commerce, direction des industries et du transport, ce qui correspondait parfaitement à mes compétences. En 1973 on m'a confié la responsabilité du secteur des véhicules électriques en me disant qu'on devrait y porter attention; c'est ce que j'ai fait.

M. Rose: Dans votre exposé liminaire vous faites une critique assez acerbe de notre politique énergétique actuelle, particulièrement en ce qui a trait à l'industrie à laquelle vous vous êtes beaucoup intéressé. Vous dites essentiellement que nous sommes disposés à consacrer des milliards de dollars à des mesures incitatives. Nous sommes aussi disposés à dépenser des milliards de dollars pour accroître notre approvisionnement.

Vous m'avez touché directement car, pour ma part, je trouve qu'on n'a pas déployé les mêmes efforts ou les mêmes sommes à modifier la courbe de la demande. Certains disent que cela s'explique par le fait que les gouvernements ne peuvent imposer une taxe sur la demande réduite mais qu'ils peuvent le faire sur un approvisionnement accru. Êtes-vous de cet avis? Croyez-vous qu'on soit prévenu contre pareilles mesures puisqu'elles ne sont pas profitables?

M. F. G. Johnson: Je crois qu'on s'éloignera toujours de ce genre de mesures tant que les prix de l'énergie seront aussi bas que maintenant. Cela n'encourage personne à chercher d'autres options. Je crois que vous vous êtes trompé de chiffre; je parlais des millions dépensés en publicité pour la conservation de l'énergie et pour la substitution des combustibles; par exemple, on accorde des subventions pour que les gens utilisent le gaz plutôt que le mazout pour chauffer leur maison. Je vous dis franchement que si le prix du mazout augmentait, je ferais ma propre conversion. Cette augmentation serait suffisante pour m'inciter à faire la transformation. Pour l'instant, rien ne me porte à le faire.

[*Texte*]

• 1150

On the other hand, we are paying world price for oil that is brought in and here we have billions of dollars going out of this country to bring in that oil. Just a small portion of that devoted to this subject, a small portion of that—and I suggest in this paper about $2 million a year; I think that may be low for the next five years, but it is really peanuts in the over-all energy budget—would have a tremendous impact on the substitution.

Let me say a little bit more on substitution, because many of the programs that we look at are really products that governments buy—public transit for instance. Government is working on the development of these things for them to buy. We are trying to encourage the consumer to conserve, to substitute so he has no option when it comes to transportation. There is now personal, private transportation. Sure he can take the bus if the bus is convenient and goes where he wants, but if he wants transportation he goes to the existing market. You say I am critical, but I might say that the government advertises "use the most energy conserving vehicle," and where did that come from? It is an import. On the other side, other departments are recommending we buy Canadian.

Mr. Rose: Well that is fine. I mean that is the sort of thing we want to hear. Does the Electric Vehicle Association of Canada confine its interests really to individual auto substitutions or is it interested in such things as rail line electrification. I am told a tremendous amount of money can be saved there. If we electrified, say, 10,000 miles of railway track in Canada, there would be substantial savings there equivalent to another Alsands project just by that one move alone.

Mr. F. G. Johnson: I have not studied that in particular. I believe it is a good area, but again it is the type of thing that the railway companies cannot handle all by themselves either. However our association restricts itself to electric road vehicles.

Mr. Rose: Fine.

Mr. F. G. Johnson: You might say, well, perhaps we should be into the industrial type vehicles—there is only a narrow line there. Well, we do look at buses, but not trolly cars and the like; there are lots of other people working on that. We have homed in on an area where there was not anyone flying the flag.

Mr. Rose: In your newsletter here, you talk about "EV buffs". Do you think that is a good term to use? It sounds like idealistic hobbyists, fans of a sort, unthinking, unfeeling and that they are just sort of in on this; that this is their thing. I think it makes them sound a bit less than serious. You know you put them in the role of stamp collectors, the same as

[*Traduction*]

D'autre part, nous dépensons des milliards de dollars pour acheter du pétrole importé que nous payons au prix mondial. Si on dépensait ne serait-ce qu'une petite partie des sommes dépensées à cette fin, cela aurait un effet considérable sur le programme de substitution. Dans ce document je propose un budget de 2 millions de dollars par an; c'est peut-être peu pour les cinq prochaines années, mais ce n'est en fait qu'un très petit investissement par rapport à l'ensemble du budget de l'énergie.

Je vais vous parler un peu plus longuement de la substitution car la plupart des programmes dont nous parlons portent sur des produits achetés par les gouvernements, comme des équipements de transport en commun, par exemple. Le gouvernement travaille à l'élaboration de ces projets portant sur des produits qu'il achète. Nous essayons d'encourager les consommateurs aux changements, de sorte qu'il n'ait pas d'autres possibilités dans le domaine des transports. Actuellement, ce consommateur dispose de moyens de transport privés et personnels. Evidemment il peut prendre l'autobus, si celui-ci est pratique et s'il se rend au bon endroit; toutefois, à l'heure actuelle, le consommateur utilise ce qu'il a à sa disposition. Vous penserez peut-être que c'est là une critique, mais n'oubliez pas que le gouvernement nous demande dans sa publicité d'utiliser ces véhicules consommant le moins d'énergie; d'où vient ce véhicule? C'est une importation. D'un autre côté, d'autres ministères nous demandent d'acheter des produits canadiens.

M. Rose: C'est très bien. C'est le genre de commentaire que nous voulons entendre. Est-ce que la Electric Vehicle Association of Canada s'intéresse uniquement au remplacement des automobiles particulières ou si elle est intéressée également à l'électrification des voies ferrées, par exemple? On me dit qu'on peut réaliser d'incroyables économies dans ce secteur. Par exemple, si nous électrifions 10,000 milles de voies ferrées au Canada, cela représenterait des économies considérables équivalentes à l'investissement nécessaire à un projet Alsands.

M. F. G. Johnson: Je n'ai pas étudié cette possibilité-là. Je crois que ce serait une bonne solution, mais encore là, c'est le genre de projet que les sociétés ferroviaires ne peuvent étudier toutes seules. Toutefois, notre association limite ses activités aux véhicules routiers électriques.

M. Rose: Bon.

M. F. G. Johnson: Vous pensez peut-être que nous devrions nous intéresser aux véhicules de type industriel . . . la distinction est bien mince. Nous nous intéressons aux autobus, mais nous n'avons pas touché aux tramways ni aux autres véhicules de ce genre; beaucoup d'autres y travaillent. Nous nous sommes attaqués à un domaine auquel personne ne s'était intéressé.

M. Rose: Dans votre circulaire ici, vous parlez des «amateurs de véhicules électriques». Croyez-vous que le mot soit bien choisi? C'est un peu comme si c'était le passe-temps d'idéalistes irréfléchis, de mordus qui s'intéressent à ce domaine parce que ça les emballe. Quant on les qualifie d'amateurs, ils ont l'air un peu moins sérieux. C'est un peu

[*Text*]

hobbies that collect gum cards with baseball players or hockey players.

Mr. F. G. Johnson: Perhaps it is not necessarily a good term, but quite frankly when I write that I write it to ensure people will read it. At the present time here in Ottawa, we have a chapter of the Electric Vehicle Association which has about 65 members and a good number of those are building their own electric vehicles right now. They believe this is the way to go, and they are putting their own money into it.

In addition this same group is sponsoring a course at Algonquin College on the principles of electric vehicles. They have been doing it since late September and we will finish off before Christmas. We feel that, in the promotion of electric vehicles, the young people are the ones that are coming consumers, and they are the ones that take particular interest in this thing.

• 1155

Mr. Rose: Two questions, and I will try and wrap the two into one.

What happened to that experimental car at UBC which has been around at least since the middle seventies? Do you know anything about it? The other thing is that only in one instance did you talk about performance, and you talked about a large vehicle. I think for us to have some kind of grasp of the potential of this it might be helpful to us if you talked a little bit when you are showing us these various other things. A lot of people envisage something with a long cord on it, and that is the limit. It would be helpful to me, anyway, if we knew what these things were capable of doing.

Mr. F. G. Johnson: That is a good question. I did not want to wrap everything in because I can normally go on for about two hours if I let myself go.

The U.S. Department of Energy has a specification for vehicles to enter their program that calls for vehicles to be able to travel 55 miles per hour for a 75-mile range. I forget exactly what the acceleration is because there are a couple of figures both for passenger vehicles and commercial vehicles. It is a four-passenger car and it has to meet all of the motor vehicle safety regulations. Now, that is what they are getting into their program. But basically, they say if you can have a vehicle that goes about a 50 miles range, and if it will go that fast, it will satisfy 85 per cent of the requirements for transportation in the United States.

Mr. Rose: In the cities?

Mr. F. G. Johnson: Everywhere. Remember that I said 55 miles per hour, and the U.S. speed limit is 55 miles per hour.

Mr. Rose: Yes.

Mr. F. G. Johnson: However, let us be a little more realistic. What we are calling for is strictly in the cities. As you know, in

[*Translation*]

comme si on les comparait à des philatélistes, à des collectionneurs de cartes de baseball ou de hockey.

M. F. G. Johnson: Ce n'est peut-être pas nécessairement la bonne expression, mais en toute franchise, lorsque j'écris ce bulletin, je fais en sorte que les gens le lisent. Il y a présentement à Ottawa un membre groupe de la Electric Vehicule Association qui compte environ 65 membres; bien des gens construisent maintenant leurs propres véhicules électriques. Ils croient que c'est la solution et ils y investissent leur propre argent.

De plus, ce même groupe parraîne au collège Algonquin un cours sur les principes des véhicules électriques. Ce cours a commencé en septembre et il se terminera avant Noël. Lorsqu'on fait la promotion des véhicules élecriques, il faut se rappler que les jeunes sont les consommateurs de demain, et ce sont eux qui s'intéressent à cette solution particulière.

M. Rose: J'ai deux questions à poser, que je vais essayer de réunir en une seule.

Qu'est-il arrivé à cette voiture expérimentale de l'Université de la Colombie-Britannique et qui existe depuis au moins cinq ans? En savez-vous quelque chose? Par ailleurs, vous n'avez parlé de rendement que dans un cas, au sujet d'un gros véhicule. Or, si nous voulons comprendre quelque peu les possibilités de cette voie, il serait bon que vous nous en parliez lorsque vous abordez les autres aspects. Vous savez que beaucoup de gens s'imaginent qu'il s'agit d'un véhicule doté d'un long câble et c'est tout. Par conséquent, pour ma part, j'estime qu'il serait très utile de connaître le rendement possible de ces véhicules.

M. F. G. Johnson: C'est une bonne question. Je n'ai pas voulu aborder tous les aspects car lorsque je le fais, je pourrais me laisser aller à parler pendant deux heures.

Le ministère américain de l'Énergie exige des véhicules participant à son programme, qu'ils soient en mesure de rouler à 55 milles à l'heure et ce sur un trajet de 75 milles. Je ne me souviens pas exactement du rythme d'accélération car il y a deux séries de données là-dessus, l'une sur les véhicules de tourisme et l'autre sur les véhicules commerciaux. Il faut qu'il s'agisse d'une voiture à quatre places et qu'elle soit conforme à tous les règlements relatifs à la sécurité. Ce sont là les exigences auxquelles il faut satisfaire pour faire partie du programme. Cependant, d'après ce même ministère, si on dispose d'un véhicule pouvant rouler sur 50 milles et atteindre à peu près 50 milles à l'heure, on se conforme à peu près 85 p. 100 des exigences relatives au transport aux États-Unis.

M. Rose: Dans les villes?

M. F. G. Johnson: Partout. N'oubliez pas que j'ai parlé d'une vitesse de 55 milles à l'heure alors que la vitesse maximum en vigueur aux États-Unis est justement de 55 milles à l'heure.

M. Rose: Oui.

M. F. G. Johnson: Soyons quand même un peu plus réalistes. Ce que nous demandons porte seulement sur les villes.

[*Texte*]

Ottawa, except for the Queensway, there is no speed limit that is over 60 kilometres per hour, within the city, and these vehicles could easily do that.

Also, we have a perception of the range that we need in vehicles, and we do not need what we think we do. If I could quote a few statistics on that, 50 per cent of the trips in North America are less than five miles; 75 per cent are less than 10 miles; and about 95 per cent are less than 20 miles. So when you wrap that all in, though you see an awful lot on the throughways, you see an awful lot on the highways, really it is a relatively small percentage when you really come down to it.

Performance: if you want to be very specific, I will speak of my car, the little white one, which will go 53 kilometres per hour; and the maximum range I have had is 53 kilometres, and that gives me more than sufficient to drive from Bells Corners downtown and back and around the city a bit, because that is 35 kilometres, and it uses less than a cent a mile for electricity. In other words, actually I get five kilometres per kilowatt hour. And that vehicle weighs 1,220 pounds, and when you compare that with a 3,000-pound vehicle, then you are talking about energy saving.

Now you say that people are not going to accept that. Are they not? If you went back to 1973, would you believe that our gasoline prices were going to be what they are now, compared to the 42 to 50 cents they were in 1973? That we would see cars with wheels on four corners, and that is the design of an awful lot of cars now—at that time, we would have said that that would not sell at all? That we would see mandated miles per gallon and a corporate average fuel economy figure and having all the cars down-sized?

And I predict the down-sizing that is going on now will not meet the requirements and will come down further. So we will eventually, in five years' time, have small vehicles that do not have the performance that we are talking about now; and so one of the things we have been saying about the electric vehicle, that it did not have the performance needed, we are going to be accepting, particularly if we let our gasoline prices go to world prices.

• 1200

Mr. Rose: Just a final thing and then I will turn it over.

You called for a Canadian electrical vehicle, separate and distinct from government, which would seem to me operating very much like the Canadian Conference of the Arts which has an office in Ottawa in the artistic field, not directly under government but funded by government. I wondered if you had heard of this Enertech Canada that is described as a new Canadian alternative energy corporation and whose mandate will be strictly to renewable energy and conservation technology. Do you think that corporation might be helpful to you?

[*Traduction*]

Ainsi, par exemple, à l'intérieur des limites de la ville d'Ottawa, il n'y a aucune limite de vitesse supérieure à 60 kilomètres à l'heure, sauf sur le Queensway. Or, les véhicules mentionnés peuvent facilement atteindre ces vitesses.

En outre, on a une perception erronée de la marge de vitesse souhaitable dans un véhicule car nous n'avons pas besoin de nous limiter à certaines vitesses même si nous le pensons. Si vous permettez, je vais citer quelques statistiques là-dessus. En Amérique du Nord, 50 p. 100 des trajets sont de moins de cinq milles, 75 p. 100 sont inférieurs à 10 milles et environ 95 p. 100 le sont à 20 milles. Par conséquent, même si on voit beaucoup de voitures sur les autoroutes et sur les grandes routes, elles ne contribuent de fait qu'à une petite proportion des trajets.

Passons maintenant au rendement. Si vous voulez des données très précises, je vais parler de ma propre petite voiture blanche, qui peut rouler à 53 kilomètres à l'heure et dont le rayon d'action maximal est de 53 kilomètres. Cela est plus que suffisant pour faire la navette entre Bells Corners et le centre-ville et pour me déplacer autour de la ville, car cela correspond à 35 kilomètres. En outre, cette voiture consomme pour une valeur d'un cent le mille en électricité. En d'autres termes, j'obtiens cinq kilomètres par kilowatt-heure. Ce véhicule pèse 1,200 livres au lieu de 3,000 livres, ce qui constitue déjà une économie d'énergie appréciable.

Vous affirmez que les gens n'accepteront pas cela à cause du câble. Vous le croyez vraiment? Si l'on se reporte à 1973, croyez-vous qu'à l'époque on s'imaginait que le prix de l'essence allait être ce qu'il est maintenant plutôt que le 42 ou le 50 cents le gallon que l'on payait alors? S'imaginait-on voir des automobiles comme celles qu'on voit malheureusement beaucoup? A l'époque, on se serait dit que ces voitures ne se vendraient pas, que l'on imposerait des voitures atteignant un certain nombre de milles au gallon, qu'il y aurait des statistiques sur les économies d'essence et que toutes les voitures seraient rapetissées?

Quant à moi, la fabrication de véhicules plus petits ne satisfera pas les exigences, ce qui nous obligera à nous y reprendre. En conséquence, d'ici cinq ans, nous aurons de petits véhicules n'offrant pas le rendement dont il est question ici. Or, on a dit du véhicule électrique que son taux de rendement n'était pas satisfaisant. Dans ce cas, nous accepterons ce fait, surtout si nous laissons le prix de notre essence atteindre la parité avec les prix mondiaux.

M. Rose: Une dernière question, puis je céderai mon tour.

Vous avez demandé la création d'une Société canadienne du véhicule électrique qui soit distincte du gouvernement et qui fonctionnerait un peu comme la Conférence canadienne sur les arts, organisme ayant un bureau à Ottawa et ne relevant pas directement du gouvernement, quoique financé par lui. Je me demande donc si vous avez déjà entendu parler d'Enertech Canada, dont on dit qu'elle sera une nouvelle société nationale dans le domaine des nouvelles sources d'énergie dont le mandat portera strictement sur les énergies renouvelables et la

[*Text*]

Mr. F. G. Johnson: I have not looked at enough of it but I think the reason I suggested the outside is because each department has its own mandate and the problem is to ensure that one looks at the whole picture instead of homing in on one.

As an example, under a current program, the Transport Canada research and development centre is managing the program. Quite frankly, their primary concern is research and development. Their mandate is not industrial development; their mandate is not demonstration projects; and they want to ensure that there is enough money left in there for research and development.

Mr. Rose: This Crown corporation, it says, will focus on supporting commercial production of renewable energy and conservation technology. That is really what you are talking about, I assume, the bridge between research and development and commercial development.

Mr. F. G. Johnson: No, I have not looked at that. That is fairly recent.

Mr. Rose: Yes, October 31.

But I put forward that as a suggestion to you.

Mr. F. G. Johnson: Before I would comment on it, I would like to look at it.

Mr. Rose: Thank you very much.

The Acting Chairman (Mr. Portelance): Mr. Gurbin.

Mr. Gurbin: Thank you very much, Mr. Chairman.

I enjoyed your presentation very much, and I think there are some, I hope, constructive criticisms I would like to make. I would like to ask some technical questions first.

I would agree wholeheartedly with Mr. Rose in that I think one of the unfortunate things about some of the presentations we have had in this area are that they sort of lack the sex appeal that we need to give them a little bit of the public image that is desirable rather than something a little bit foreign and metallic, or something. I might suggest you consider the name Artoo Deeto for your next car, as the next model line, or something along that line.

I just have a couple of technical questions—or not technical, maybe, so much as questions in terms of your design and your application. The weight ratios you were talking about a few minutes ago, this is with the lead acetate battery, I take it?

Mr. F. G. Johnson: Yes.

Mr. Gurbin: Is that the technology that you have got your mind set on as the most desirable?

Mr. F. G. Johnson: Whether it is the most desirable or not, it is the technology we are going to have to live with for, I would say, at least five years, perhaps ten.

[*Translation*]

technique de l'économie d'énergie. Croyez-vous que l'existence d'un tel organisme puisse vous êtes utile?

M. F. G. Johnson: Je n'ai pas examiné la question d'assez près mais la raison pour laquelle j'ai parlé d'un organisme non gouvernemental n'est au fait que chaque ministère a déjà son propre mandat alors qu'il faut avoir une vue d'ensemble sur la question énergétique plutôt que de se limiter à un seul de ces aspects.

Par exemple, le Centre de recherche et de développement de Transport Canada administre un programme à l'heure actuelle. Eh bien, la principale préoccupation présidant à ses travaux est de faire progresser la recherche et le développement. Le mandat de ce Centre n'est pas de favoriser le développement industriel ni de se lancer dans des projets expérimentaux. En outre, il veut s'assurer qu'il reste assez d'argent pour le consacrer à la recherche et au développement.

M. Rose: Il est dit que cette Société de la Couronne s'occupera surtout d'appuyer la production commerciale de sources d'énergie renouvelables et de la technologie nécessaire à l'économie d'énergie. Je crois que c'est bien de cela que vous parlez, du pont qui doit lier la recherche et le développement, au développement commercial.

M. F. G. Johnson: Non, ce n'est pas cela, je n'ai pas étudié ces renseignements. Il s'agit de quelque chose d'assez récent.

M. Rose: Oui, cela remonte au 31 octobre.

Si je l'ai mentionné, c'est à titre de suggestion.

M. F. G. Johnson: J'aimerais jeter un coupe d'œil sur les renseignements avant de faire des observations.

M. Rose: Merci beaucoup.

Le président suppléant (M. Portelance): Monsieur Gurbin.

M. Gurbin: Merci beaucoup, monsieur le président.

J'ai beaucoup apprécié votre exposé et votre présentation de dispositives et je vais maintenant faire certaines critiques qu'on estimera, je l'espère, constructives. Premièrement, des questions techniques.

Je suis tout à fait d'accord avec M. Rose lorsqu'il dit que malheureusement, certaines des présentations faites jusqu'à maintenant dans ce domaine, manquent d'attrait. Je crois que le public a besoin d'une image attirante plutôt que d'une impression qu'il s'agit de quelque chose d'un peu étrange ou métallique. Vous pourriez peut-être envisager d'appeler votre prochaine voiture, Artoo Deeto ou envisager quelque chose d'approchant.

J'ai quelques questions techniques ou plutôt des questions relatives à votre conception et à l'application que vous en faites. Les poids que vous avez mentionnés il y a quelques minutes sont-ils ceux de voitures équipées de batteries à l'acétate de plomb?

M. F. G. Johnson: Oui.

M. Gurbin: Estimez-vous que c'est cette technologie qui soit la plus souhaitable?

M. F. G. Johnson: Que ce soit la plus souhaitable ou non, c'est celle dont il nous faudra nous contenter pour au moins cinq ans, peut-être même dix.

[*Texte*]

If I could go back to 1976, Ed Port, who is president of the Electric Vehicle Council in the United States and also president of ESB, Electric Storage Battery, said it is time we stopped looking for this ultimate battery and started making use of what we have. So there are extensive R&D programs on improved lead-acid, nickel-zinc, nickel-iron, and of course there has been a great to-do about the zinc-chlorine battery. But you may notice that people are having second thoughts on the zinc-chlorine battery. It got tremendous publicity when it was primarily a load levelling battery, and there are those that are . . .

Mr. Gurbin: I am sorry but, primarily what?

Mr. F. G. Johnson: A load leveller—for utility companies to use the surplus power and put it into a battery.

Mr. Gurbin: I see.

Mr. F. G. Johnson: So there is a packaging problem with that. But certainly the lead-acid battery is it; the nickel-zinc battery will give us 80 to 100 per cent improvement. The problem is whether we have got the cycle life and therefore the cost—the number of cycles that you can get out of the battery before you have to replace it—and therefore the cost down to a reasonable figure. That is what General Motors have said they were going with, but you may have noted where they did announce that they were going to be in production with a 1984 model, it has been backed off a year.

• 1205

Mr. Gurbin: Okay. I have a series of questions. I will try to keep my questions short; if you can do the same, we will get through a range of questions here. We are going to run out of time, I think, if we do not. Are you familiar with the aluminum air cycle battery?

Mr. F. G. Johnson: Yes.

Mr. Gurbin: What do you think of that?

Mr. F. G. Johnson: I think it looks like an excellent battery. There is a fair amount of development work to be done in it. I understand that one of the things we want to look at is, okay, how do you get the used product? How do you regenerate it? I am told that this is the problem with all metal air batteries, that you may be using quite a bit of energy to get that material back.

Mr. Gurbin: Just on that point, it appears that the new Alcan process for their new aluminum plant will do precisely that, and will be able to use that residual for that recycling process, so the technology seems to be very much there. Would your company be interested in developing something like that? My purpose in pushing you on this point is that it seems to me, particularly when I look at some of the cars you are looking at there, that you have a lot of problems. I do not think I would buy one of those cars. There may be a limited application for it, but if you are talking about having the kind of impact that I think you want to have, I think you have to talk about

[*Traduction*]

Si je retourne en 1976, M. Ed Port, président de l'Electric Vehicle Council (Conseil du véhicule électrique) aux État-Unis et également président de ESB, Electric Storage Battery, a alors dit qu'il est temps de cesser de rechercher la batterie parfaite, il faut plutôt commencer à utiliser ce dont nous avons déjà. Cela n'empêche que des programmes de recherche et de développement portent sur les batteries de plomb et d'acide améliorées, sur les batteries au nickel-zinc, au nickel-fer et bien entendu, a zinc—chlore, cette dernière ayant suscité beaucoup de commentaires. Vous observerez cependant qu'on commence à y regarder à deux fois au sujet de cette batterie au zinc-chlore. Elle a fait l'objet d'une publicité considérable alors qu'elle était avant tout une batterie à charge constante alors qu'il y en a qui . . .

M. Gurbin: Pardon, elle est avant tout une . . .

M. F. G. Johnson: Une batterie à charge constante. Cela permet aux services publics d'utiliser le surplus de courant, d'en charger la batterie.

M. Gurbin: Je vois.

M. F. G. Johnson: Cette batterie cause donc des problèmes de présentation. Cependant, il ne fait pas de doute que la batterie au plomb et à l'acide répond à nos besoins. De plus, la batterie au nickel-zinc nous apportera une amélioration de 80 à 100 p. 100. Le problème qui se pose ici est celui de la durée de la batterie, ce qui influe sur son coût. J'entends par là que le nombre de cycles à tirer d'une batterie avant de devoir la remplacer détermine si son coût sera raisonnable ou non. Enfin, c'est cette batterie que la General Motors a adoptée mais vous avez dû noter que cette compagnie avait retardé d'un an, la production d'un modèle, d'abord prévu pour 1984.

M. Gurbin: Bon. J'ai une série de questions à poser maintenant mais je vais m'efforcer d'être bref. Si vous aussi réussissez à l'être, nous pourrons aborder toute une gamme de sujets. Autrement, nous allons manquer de temps. Connaissez-vous la batterie à l'air et à l'aluminium?

M. F. G. Johnson: Oui.

M. Gurbin: Qu'en pensez-vous?

M. F. G. Johnson: Elle m'a l'air d'une excellente batterie, mais elle doit faire l'objet de beaucoup d'améliorations. Sauf erreur, l'une des choses que nous allons étudier c'est la question de récupérer le produit utilisé, comment le recharger. On me dit que c'est un problème avec toutes les batteries à l'air et au métal, c'est-à-dire qu'il faut dépenser une énergie considérable pour récupérer le matériel déjà utilisé.

M. Gurbin: A ce sujet précisément, il semble que le processus mis au point par l'Alcan et destiné à sa nouvelle usine, s'occupera précisément de cela, se servira du matériel usé dans le recyclage. Par conséquent, la technologie semble être tout à fait au point. Votre entreprise aimerait-elle faire quelque chose d'analogue? Si je vous pose ces questions, c'est que lorsque je considère les voitures que vous nous avez présentées, je trouve qu'elles présentent beaucoup de problèmes. Je ne crois pas que j'en achèterais une. Il est vrai qu'elle peut avoir une certaine utilité mais si vous voulez que vos projets aient du retentissement, il faut que vous vous reportiez à l'avenir plutôt qu'au

[*Text*]

tomorrow instead of yesterday. I think in Canada there is a real opportunity there, particularly in Ontario, where we have excess electricity and we just seem to be sitting there. In other areas of the country it is the same way, we are sitting there waiting to do something like this, but it seems to me that we have to get in there and get working on it now. Is your company interested in doing something like that, so that you can apply that technology directly?

For the second part of that, the reason why I come at it that way is because it seems as though we can incorporate that system into the size of vehicles we have now, and the weight ratios will be good and everything else will be appropriate, including the distance factors and the performance. I think there is going to be a tremendous consumer resistance to it. I do not share your enthusiasm at all, that when gasoline prices go up people are going to accept that lower response and that lower performance you are talking about.

Mr. F. G. Johnson: First of all, I do not have a company. Within all this, there is the near term and the long term. We certainly should have a great deal of research and development on advanced batteries. As a matter of fact, the project we have started out as a $2.4 million program with $1 million allotted to battery research. The problem is that no one could agree on whether that was enough, whether it was too little, or what they would do with it. So, rather than frustrate the program and not get anything through, we cut out that. The Treasury Board, when they passed it, did say that they were concerned that there was not an energy component and suggested that there be one. So various areas have been looking for research and development programs on batteries. I have no objection to the aluminum air battery, but what I am saying is that by the time we get that one developed, the market is going to be developed and there are going to be companies building electrical vehicles. I know it is very difficult for people to accept that this is going to happen, but my experience, from driving my vehicle around Ottawa and from the comments I get, would tell me that there are a lot of people—after all, you do not need very many, all we are talking about is two million vehicles in Canada by the year 2000. That is 20 years away, but we have to start now. If we do not start now, someone else is going to have the product, as they are coming along with it now.

Mr. Gurbin: The Americans are looking at something like 40 million in that same period of time, but that is not even including their aluminum air possibility. Do not mistake me, I am not trying to discourage what you are trying to do. I am just suggesting that you lack of enthusiasm, in the sense of the way you are coming on with this, would seem to me—and I do not blame you, because you have probably been shot down enough times that you have wounds all over the place—that there is a tremendous opportunity. People in this committee

[*Translation*]

passé. Or, le Canada et surtout l'Ontario, est riche de possibilités dans ce domaine étant donné que nous avons des surplus d'électricité et qu'apparemment nous n'en faisons rien. Je crois que la remarque vaut également pour les autres régions du pays, c'est-à-dire qu'on n'y fait rien où on attend un projet comme celui-là. Or il me semble qu'il faut se lancer, se mettre à travailler là-dessus dès maintenant. Par conséquent, votre compagnie s'intéresse-t-elle à un projet en ce sens, à une application directe de cette technologie?

J'ajoute en second lieu que si j'aborde la question de cette manière, c'est qu'il me semble qu'on pourrait adapter ce système à des véhicules ayant le même gabarit que les nôtres et parce que les autres aspects comme le poids, la distance et le rendement seront également compatibles. Cependant, les consommateurs vont résister farouchement à ce nouveau véhicule. A cet égard, je ne partage pas du tout votre enthousiasme et votre estimation d'après laquelle une fois que le prix de l'essence aura augmenté, les gens accepteront le rendement général un peu plus faible dont vous avez parlé.

M. F. G. Johnson: Premièrement, je n'ai pas d'entreprise. Deuxièmement, à l'égard de cette question, il y a des considérations à court terme et à long terme. Il ne fait pas de doute que nous devrions pousser considérablement les travaux de recherche et de développement sur les batteries perfectionnées. De fait, le programme de 2.4 millions de dollars que nous avons lancé affectait une somme d'un million de dollars à la recherche sur les batteries. S'il y a eu problème, c'est que personne n'a pu s'entendre sur le fait que ces fonds étaient suffisants ou insuffisants ou sur ce qu'il fallait en faire. Par conséquent, nous avons supprimé ce poste plutôt que d'avoir un programme mal conçu et inefficace. Quand le Conseil du trésor a adopté ce budget, il a fait connaître sa préoccupation du fait qu'il n'existait pas de poste consacré à l'énergie et a d'ailleurs proposé qu'il y en ait un. Cela signifie qu'on s'intéresse un peu partout au lancement de programmes de recherche et de développement sur les batteries. Je n'ai aucune objection contre la batterie à l'aluminium et à l'air mais d'ici à ce qu'elle soit mise au point, le marché existera déjà et les entreprises fabriqueront des véhicules électriques. Je sais que cette perspective est difficile à accepter pour certains, d'après mon expérience, c'est-à-dire les remarques qu'on me fait lorsque je me promène dans mon véhicule, il y a quand même beaucoup de gens disposés à essayer ce système. Après tout, il n'en faut pas beaucoup, nous ne parlons que de 2 millions de véhicules au Canada d'ici l'an 2000. Cette échéance est dans 20 ans mais c'est maintenant qu'il faut commencer car si nous ne le faisons pas, quelqu'un d'autre le fera, d'autres offriront le produit comme cela commence d'ailleurs à se faire.

M. Gurbin: Les Américains envisagent atteindre environ 40 millions pendant la même période et cela ne comprend même pas les possibilités découlant de l'utilisation d'une batterie à aluminium et à air. Pour revenir à ce que je vous disais tout à l'heure, toutefois, j'espère qu'il n'y aura pas de malentendu car je n'essaie pas de vous décourager. Je remarque tout simplement votre manque d'enthousiasme ou le dynamisme dans la façon dont vous présentez votre projet alors qu'il recèle tant de possibilités. Je ne vous en blâme pas car vous avez probable-

[*Texte*]

would probably like—I cannot speak for others, because we have not had an opportunity to discuss this, but if we were to put our bucks somewhere or try to indicate where bucks should go, I think we would want to pick on somebody who had aggressive approach, who had an idea that he could really take somewhere, do something with, make it work. In your mind, the technical ability is there, so it becomes a question of dedicating a certain amount of funds—research and development, for the actual project. Is there any other limitation besides that, in your mind?

• 1210

Mr. F. G. Johnson: No. Do not get me wrong. There is a whole spectrum of things, short-term and long-term, and I do not recommend that we put our R&D on batteries, into things that are well under-way, that have had copious quantities of money already put into them. But I would like to approach some windows of opportunity, as I call them, areas that are not being looked at anywhere else.

Mr. Gurbin: You do not have a company; I do not know where this thing that you are talking about comes from. But I like it because you are being more specific than a lot of other people who have come before this committee. But as I have just stated, I do not know where this comes from, this amorphous mass out here that is going to do this job. Is that private enterprise, is that government, what is it?

Mr. F. G. Johnson: I believe, if the government gives encouragement and creates the climate for industry to move, they will. Now, surely there is going to have to be some seed money—there is going to have to be a lot of seed money. But the thing is, the experience that I have had so far is people saying: "No, no, electric vehicles are not going to be here; just forget about it. We have got to have a better battery before we can do anything." I am saying, we use the technology we have to its best ability. Do not try to use it where it cannot do the job. Go on and develop, so that we can increase the market segment, increase the acceptance.

But we have got to start somewhere and the experiences in the United States... They have got 85 contracts, with the U.S. government putting in about 50 per cent of the money, for demonstration projects. Those 85 contracts cover about 1,300 vehicles. They are moving with this. We are still sitting here. We have got seven vehicles.

Mr. Gurbin: Yes. So where does this group come together if we have got $10 million and we think Canada can have a car? Incidentally, I will make the point again, that I am not going to buy one of those cars, because I do not like the way they perform; I do not like the way they look. Now, there may be a particular application for those cars and you can make a penetration at that level but, we have to look at all the problems that the conventional motor car companies are

[*Traduction*]

ment dû essuyer des attaques assez souvent et vous en ressentez sans doute. Tout en ne voulant pas m'exprimer au nom des autres membres du comité car nous n'avons pas discuté de la question ensemble, je crois cependant que s'il nous fallait choisir un domaine d'investissement, je crois que nous préférerions le faire si le projet est piloté par quelqu'un de dynamique, qui se sent capable de réaliser quelque chose et quelque chose qui marche. D'après vous, nous avons les ressources et les techniques, ce qu'il faut c'est consacrer des fonds à la recherche et au développement du projet. D'après vous y a-t-il donc d'autres manques à ce chapitre?

M. F. G. Johnson: Non. Ne vous méprenez pas sur ces propos, il y a une vaste gamme de projets à court terme et à long terme, et je ne recommande pas que nous faisions porter nos travaux de recherche et de développement sur les batteries, sur des choses dont le progrès est déjà amorcé et ayant déjà bénéficié de fortes subventions. J'aimerais toutefois qu'on s'ouvre à d'autres possibilités, à d'autres domaines qu'on étudie nulle part ailleurs.

M. Gurbin: Si vous n'avez pas d'entreprises, j'ignore d'où vient ce dont vous parler. J'aime cela cependant car vous êtes beaucoup plus précis que certains d'autres témoins ayant comparu devant nous. Je reviens à ce que j'ai dit toutefois: je ne sais pas d'où vous tirez cette masse amorphe qui est sensée effectuer le travail. Est-ce que ce sera l'entreprise privée, le gouvernement, pouvez-vous nous le dire?

M. F. G. Johnson: Si le gouvernement donne des encouragements et crée le climat nécessaire pour que le secteur privé s'active, je crois que ce dernier s'en chargera. Bien entendu, il faudra qu'il y ait des capitaux d'amorçage et qu'il y en ait beaucoup. Cependant, je retiens encore les remarques que m'ont faites les gens jusqu'à maintenant, c'est-à-dire que les véhicules électriques ne sont pas pour demain, il ne faut pas compter dessus et qu'il nous faut trouver une meilleure batterie avant de faire quoi que ce soit. Pour ma part, je maintiens que nous devons utiliser la technologie dont nous disposons déjà en tenant compte de ses possibilités d'application. Il ne faut pas la mettre en œuvre là où elle ne s'acquitte pas bien du travail à effectuer. Poursuivez vos travaux de développement afin que nous puissions élargir le marché, obtenir un meilleur accueil dans le public.

Il nous faut toutefois commencer quelque part et prendre exemple sur les États-Unis. En effet, là-bas il y a déjà 85 contrats de signés avec le gouvernement américain et d'après lesquels celui qui fournit 50 p. 100 des fonds aux projets de nature expérimentale. Or, ces 85 contrats englobent environ 1,300 véhicules. On se remue là-bas alors qu'ici on ne fait encore rien, nous avons en tout 7 véhicules!

M. Gurbin: Oui. Par conséquent, comment ce groupe se concertera-t-il s'il dispose de 10 millions de dollars et si nous croyons que le Canada peut se doter d'une voiture? Je précise à nouveau en passant que je n'achèterais pas cette voiture car je n'aime ni son rendement ni son apparence. Je reconnais que ces véhicules peuvent convenir à un usage particulier et qu'il est donc possible de percer sur le marché en fonction de cela mais nonobstant cette réserve, nous devons examiner tous les

[*Text*]

having today—they cannot sell their own cars, they have got a whole bunch of assembly problems. That whole technology would take you light years to catch up to. Why not use what those companies have got and develop an electric car system incorporating the opportunities that are there with systems that they have already developed?

Mr. F. G. Johnson: In the U.S. program—excuse me for using the U.S. program but it is a hell of a good example; when they began that program, it was directed at small business, not at the automotive industry. In fact, the automotive industry did not enter into that program at all. They looked at it from the point of view that they had their investment in tremendous production facilities and they were not going to get into an electric vehicles program until the market had been developed to the point where it was mass production. Therefore, Senator McClure and Congressmen McCormack were pushing this at small business, to encourage small business. And I submit that maybe we should be encouraging small business because our auto industry is controlled from the States, anyway.

More recently, in the U.S., The Chrysler bill, was amended in the hearings on the role of electric vehicles in U.S. transportation. These were the hearings that eventually ended in electric vehicles be included in the Corporate Average Fuel Economy figures.

Small industry is crying right now. Your original intent was to help small industry and now what you are doing is turning it over—and, as I said, this Corporate Average Fuel Economy business, or amendment, will not help the small companies at all. The only ones it will help are the General Motors and Fords. Small companies can do some development, but you know, the public as a whole is going to push it to General Motors and Ford if a vehicle comes out that is not 100 per cent. It goes back and it did not really allow you to develop them and get the public to have some feel for it, whereas with the small companies you do. You get the feedback and you bring the people into it.

• 1215

Mr. Gurbin: But I suggest that two million cars is not a small company. You know, two million cars, if you are looking for that kind of penetration you are going to need the expertise of somebody who can do it. I do not care; it is a whole separate argument about whether or not there is an auto can or something like that. I am not trying to get into that. I am just saying that if you expect to develop an industry and develop the actual car itself as well as the motor power using electricity, you have just created a whole additional set of problems that makes it an almost impossible task right now.

Mr. F. G. Johnson: Okay, let us get this straight here. The auto industry is going to be into it, but the more we do now

[*Translation*]

problèmes que connaissent les fabricants d'automobiles conventionnelles d'aujourd'hui y compris celui de ne pouvoir vendre leurs voitures et ce qui a trait à la fabrication elle-même. Or, pour arriver au même niveau que ces grandes sociétés, cela va vous prendre des années-lumière. Pourquoi donc ne pas utiliser ce qu'elles ont déjà fabriqué et l'adapter pour en tirer une voiture fonctionnant à l'électricité et qui puisse bénéficier des progrès technologiques déjà réalisés?

M. F. G. Johnson: Je m'excuse de toujours me reporter au programme américain mais il s'agit d'un très bon exemple. Or, lorsqu'il a été lancé, il était orienté en fonction des petites entreprises et non des grandes de l'industrie automobile. De fait, ces derniers n'y ont pas du tout participé. Ils ont tenu compte du fait qu'ils avaient investi avant tout dans des installations de production en masse et qu'ils n'allaient donc pas se lancer dans le domaine du véhicule électrique avant que le marché n'ait atteint des proportions correspondant à leurs possibilités de production à grande échelle. Par conséquent, le sénateur McClure et le membre de la chambre des représentants, M. McCormack ont insisté sur la participation des petites entreprises afin de les encourager. Je suis d'avis qu'il faudrait peut-être faire la même chose parce que, de toute manière, notre industrie de l'automobile est gouvernée depuis les États-Unis.

Récemment, encore aux États-Unis, le projet de loi relatif à la société Chrysler a été modifié lors des audiences portant sur les véhicules électriques par rapport aux systèmes de transport aux États-Unis. On a fini par faire figurer les véhicules électriques dans les données relatives aux économies d'énergie dans les entreprises.

Maintenant, la petite entreprise se plaint. En effet, on a commencé par vouloir lui venir en aide puis on change de cap et en outre, la modification faisant figurer les véhicules électriques dans les statistiques relatives aux économies moyennes de combustible dans les entreprises ne l'aidera pas du tout. Les seules qui bénéficient de cette nouvelle disposition seront General Motors et Ford. Les petites sociétés peuvent faire certains travaux, mais vous savez bien que les clients renverront ce produit à General Motors et à Ford si le véhicule offert n'est pas parfait. Ainsi, on n'aurait pas vraiment eu la possibilité de travailler à ces modèles et le public n'aurait pu participer au processus, ce qui est possible avec les petites sociétés. Ces dernières permettent d'avoir l'avis des consommateurs et de les inciter à participer.

M. Gurbin: A mon avis, une entreprise produisant 2 millions d'automobiles n'est pas une petite société. Vous savez, pour vendre 2 millions de véhicules, il faut des experts et des gens qui savent s'y prendre. C'est une toute autre question de déterminer si nous créerons une société Auto-Can ou quelque chose du genre. Je n'essaie pas d'aborder ce sujet. Tout ce que je dis c'est que si vous voulez créer une industrie et mettre au point ce véhicule de même que le moteur marchant à l'électricité, il s'ensuivra toute une série de problèmes supplémentaires qui rendent ce projet presque irréalisable à l'heure actuelle.

M. F. G. Johnson: Comprenons-nous bien. Les grands de l'industrie automobile se lanceront dans cette production, mais

[*Texte*]

with small business, the faster the auto industry will be into it and certainly it is not going to be a matter, up to the year 2000, of only small business being involved in it. No, General Motors has already said that in 1985, they will have an electric vehicle on the market, but I submit to you it will be very much like the current experience. For years they have been telling us what the Canadian consumer wanted and the American consumer, and the Japanese have taken over a large slice of the market; I submit the same thing is going to happen. I do not think they have learned their lesson yet.

Mr. Gurbin: But coming back to this unit you are talking about that you want to co-ordinate the activities of an electrical vehicle with. Where do those people come from? What are you talking about there, really?

Mr. F. G. Johnson: Well, if we use an example of the current program, the $1.4 million program, that was a consultant. They put forward the proposal and they got the job.

Mr. Gurbin: Was it a good consultant? I mean, did he do the job that you think should have been done?

Mr. F. G. Johnson: Yes, it was the only one that had the initiative to put a program . . .

Mr. Gurbin: So, is that the one we should be dealing with?

Mr. F. G. Johnson: That is the one we are dealing with. However, let me go away out on a limb. I would not object to building on the Electrical Vehicle Association. There is talent around. There is all kinds of talent within the government. Although I blast the government and people in the government, there is all kinds of talent there.

Mr. Gurbin: Have you got the management ability?

Mr. F. G. Johnson: Yes, we have the management ability.

Mr. Gurbin: Have you made a proposal?

Mr. F. G. Johnson: You would have to hire . . .

Mr. Gurbin: Have you made a proposal?

Mr. F. G. Johnson: No.

Mr. Gurbin: Are you making one now to us?

Mr. F. G. Johnson: Look, this association really just got off the ground in October, and we have a lot to do. It was only that I saw this committee was meeting and I said, I wonder if anybody is going to talk about an electrical vehicle. I suspect there has not been anything really on electrical vehicles except your visit to Lawrence Livermore and to the States. Has there been anything from Canada on it; has there been anybody promoting electric vehicles?

Mr. Gurbin: We have not had anything other than yourself on this.

Mr. Rose: Well, there was a mention the other day in the hydrogen presentation, it was not, according to Dr. Scott, a

[*Traduction*]

plus nous pourrons travailler avec les petites entreprises, plus repidement les grands de l'automobile se lanceront dans ce domaine, et ils n'attendront certainement pas jusqu'à l'an 2000, en laissant les petites entreprises s'en occuper toutes seules. La société General Motors a déjà indiqué qu'en 1985 elle lancerait un véhicule électrique sur le marché, mais à mon avis, il ressemblera beaucoup au modèle actuel. Pendant des années, cette société a dit aux consommateurs canadiens et américains ce qu'ils voulaient entendre. Les Japonais ont accaparé une bonne part du marché; à mon avis, la même chose va se reproduire. Je ne crois pas qu'ils aient appris leur leçon.

M. Gurbin: Revenons à ce groupe dont vous avez parlé et auquel vous voudriez confier les activités de recherche sur les véhicules électriques. D'où viennent ces gens? Qui sont-ils, en fait?

M. F. G. Johnson: Prenons l'exemple du programme actuel de 1.4 million de dollars; ce programme est administré par un groupe de conseillers. Ils ont présenté une proposition et ils ont obtenu l'emploi.

M. Gurbin: Ces conseillers sont-ils bons? Ont-ils fait le travail qui aurait dû être fait, à votre avis?

M. F. G. Johnson: Oui, c'est le seul groupe qui ait eu l'initiative de présenter un programme . . .

M. Gurbin: Nous devrions donc faire affaire avec ces gens-là?

M. F. G. Johnson: C'est ce que nous faisons déjà. Toutefois, permettez-moi une digression. J'aimerais bien pouvoir accroître le rôle de la Electrical Vehicle Association. Nous avons les talents nécessaires. On peut trouver toutes sortes de gens de talent au sein du gouvernement. Même si je critique le gouvernement et les fonctionnaires, on peut y trouver toutes sortes de talents.

M. Gurbin: Disposez-vous de la capacité de gestion?

M. F. G. Johnson: Oui, nous avons cette capacité de gestion.

M. Gurbin: Avez-vous fait une proposition?

M. F. G. Johnson: Il vous faudrait embaucher . . .

M. Gurbin: Avez-vous fait une proposition?

M. F. G. Johnson: Non.

M. Gurbin: Nous faites-vous une proposition maintenant?

M. F. G. Johnson: Écoutez, cette association n'a été lancée qu'en octobre, et nous avons encore beaucoup à faire. Lorsque j'ai vu la publicité annonçant que votre Comité tenait des réunions, je me suis demandé si quelqu'un viendrait parler des véhicules électriques. Je présume que vous n'avez rien entendu à propos des véhicules électriques, sauf lorsque vous avez visité Lawrence Livermore et lorsque vous êtes allés aux États-Unis. Avez-vous reçu quelque chose à ce sujet en provenance du Canada? Quelqu'un a-t-il fait la promotion des véhicules électriques?

M. Gurbin: Nous n'avons entendu personne d'autre que vous à ce sujet.

M. Rose: L'autre jour, on y a fait allusion lors de l'exposé sur l'hydrogène; selon le Dr. Scott, ce n'était pas une option

[*Text*]

very practical option in his view, and that was an entirely gratuitous remark in passing. That is all I can recall.

Mr. Gurbin: The offpeak power aspect that you are talking about—a rechargeable cycle battery—the offpeak power aspect seems to me a very attractive part of being able to do this, when you can cycle your batteries and you can make it possible by synchronization just to be able to plug them in at night when we have this excess power. Is that the kind of thing you are looking at?

Mr. F. G. Johnson: Yes, and again I have to rely on studies that have been done elsewhere, but there are timing devices, and one of the things that somebody asked me about today is: What happens if everybody plugs their cars in at 6.00 o'clock at night? This does not happen. This is where the electric utilities will be looking at this very carefully, and they will be looking at it for other things to make sure to try to spread that load, and you can use timers. In Germany they have done a tremendous amount of studies on exactly this type of thing. In my garage right now, Nepean Hydro installed a meter. I isolate what goes to my electric vehicle, I set the timer, and when I go home—I do not drive it that much—but if I went home at 5 o'clock, I would set the timer for 7 o'clock or 8 o'clock at night until 4 o'clock in the morning or whatever I needed. So the technology is here; all we need do is use it.

• 1220

Mr. Gurbin: Thank you, very much, for coming before us.

Le président suppléant (M. Portelance): J'aurais des questions à poser à monsieur Johnson, aussi, avant de passer à mademoiselle Myers.

Comme vous le disiez tout à l'heure, nous n'avons pas vu tellement de témoins, au Canada, nous parler de véhicules électriques. Mais du côté américain nous avons eu l'occasion de rencontrer des personnes responsables qui s'occupent de ce domaine. Nous sommes allés à Washington et nous avons rencontré des fonctionnaires qui avaient la responsabilité de ces programmes. Il est vrai qu'eux semblent pas mal avancés dans ce domaine. Il nous a été souvent mentionné que les véhicules en question ne pourraient être utilisés que sur de courts trajets par des compagnies faisant beaucoup de livraison à domicile, et ainsi de suite, dans un rayon assez limité. Je pense que c'est là que se portent les efforts du côté américain et je nous vois mal, ici, demander au public en général d'utiliser une automobile semblable. Il faudra que cela soit perfectionné de toute manière, parce qu'il y a le problème de la distance, mais il y a lieu aussi de les laisser reposer le soir, comme vous le disiez pour la vôtre . . . Vous parliez du coût de l'énergie également. Première question: qu'est-ce que cela coûte pour recharger une batterie lorsque 80 p. 100 de la batterie est éliminée? Qu'est-ce que cela coûte électricité, présentement, pour la recharger? Parce que l'électricité, ça se paye aussi!

Mr. F. G. Johnson: All right. That marathon van that we showed you uses just under one kilowatt hour per mile. A kilowatt hour in Nepean, at least, costs about three cents. You

[*Translation*]

très réaliste, et il a dit cela en passant. C'est tout ce dont je me souviens.

M. Gurbin: Vous nous avez parlé d'une batterie avec cycle de chargement qui m'a beaucoup intéressé. On pourrait recharger cette batterie en dehors des heures de pointe de consommation d'électricité, la nuit par exemple, alors que notre capacité de production est excédentaire. Vos recherches portent-elles sur un tel système?

M. F. G. Johnson: Oui, et encore là, je dois me fier à des études réalisées ailleurs; on aurait recours à des minuteries. Quelqu'un m'a demandé aujourd'hui ce qui arriverait si tout le monde branchait son auto à 18 h 00? Cela n'arrivera pas. Les distributeurs de courants électriques étudieront cette situation très attentivement et ils feront en sorte que la consommation d'électricité à cette fin soit répartie sur une longue période, à l'aide de minuteries. En Allemagne, ils ont fait énormément d'études exactement pour un truc pareil. Le bureau d'électricité de Nepean a installé un compteur dans mon garage. Je sais donc exactement ce qu'il faut pour charger les batteries de mon véhicule électrique, j'ajuste la minuterie, et quand je rentre à la maison, je ne m'en sers pas beaucoup de toute façon, mais supposons que j'arrive à 17 heures, j'ajuste la minuterie pour se déclencher vers 19 ou 20 heures, jusqu'à 4 heures le lendemain matin, par exemple. Donc, la technique existe déjà, il ne nous reste plus qu'à nous en servir.

M. Gurbin: Merci beaucoup d'être venu témoigner ici.

The Acting Chairman (Mr. Portelance): I would also have some questions to put to Mr. Johnson before going to Miss Myers.

As you said before we have not had very many witnesses here in Canada to talk to us about electric vehicles. On the American side, however, we did meet responsible people in that area. We went to Washington and met officials responsible for those programs. It is true that they do seem to be well advanced in that area. It was often mentioned that those vehicles could only be used on short rounds by companies who were doing a lot of home delivery and such in a rather limited area. I think that is where the American efforts are going and I cannot see us, here, asking the general public to use such automobiles. Things would have to be perfected anyway because there is the problem of distance and also the fact that you have to let them rest at night as you were telling us for yours . . . you were saying something of the cost of energy. First question: How much does it cost to recharge a battery when 80 per cent of the battery is down? How much electricity does it cost to recharge it? Because you also have to pay for electricity!

M. F. G. Johnson: Parfait. Ce véhicule de marque «Marathon» que nous vous avons montré prend moins d'un kilowatt heure par mille. A Nepean, un kilowatt-heure coûte environ

[*Texte*]

really need to know the weight of the vehicle because I think too many people compare all vehicles. I like to see them use the kilowatt hour per ton-mile; then you come up with a reasonable figure.

Your point of the utility-type work vehicle: this is what we are doing first. This is what we want to expand first, but we also want to look ahead. In the United States they are emphasizing the utility vehicle first; that is the one that is going largely into the demonstration fleets, although there are cars going into the demonstration fleets.

Let me say that when that bill came forward, General Motors fought the bill tooth and nail, and you can look at congressional hearings on it and see that that was the case. My theory is that once the bill was passed, they said, Okay, the bill is in place; now let us make sure that the performance standards are high enough that they cannot get in. That is largely what has been done.

An earlier question, which we did not come back to, was the small car, that little one from Florida. The reason it went bankrupt was that in 1975, the Consumers' Union picked up two vehicles—their little city car that I showed you plus the L-Car that I had and they did a test on them. The headline said: "Electric Vehicles Unsafe". But when you read the article, you found that it said within the body of it—it went through all the problems and said—all these safety problems can be corrected with just a little bit of development. The problem was the national press picked up the headline: electric vehicles unsafe, electric vehicles unsafe! That is why that type of vehicle is not really here yet but, as I mentioned before, the other vehicles are coming down in size and I am saying that this is a window of opportunity here in Canada for us to start at that small urban car or city car. First of all the utility vehicle; I agree one hundred per cent, that is what we should be putting all our . . .

• 1225

The Acting Chairman (Mr. Portelance): Un instant, Monsieur Rose.

Mr. Rose: I am sorry, I just wanted him to define what he means by utility vehicle.

Mr. F. G. Johnson: All right; all the vehicles that I showed you in that one lot—the Battronic van, the first van I showed you near the end; the General Motors van was converted to electricity; the Marathon van that I showed several pictures of—I call utility vehicles. They are used for delivery and, in the case of the Welland Canal, they are using them for electrical and other technicians to service the canal. For all the work they have to do there they are loaded with their tools and equipment and they take them along the canal to do the servicing that is required. That is what I refer to as a utility vehicle. It is the same thing you talked about from the United States; delivery, AT and T and . . .

[*Traduction*]

3c. Il vous faut vraiment connaître le poids du véhicule car trop de gens comparent tous les véhicules sans distinction. J'aime bien qu'on calcule en kilowatts heure par tonne-mille; cela vous donne un chiffre de comparaison valable.

Vous parlez de véhicule genre camionnette: c'est cela qui nous intéresse de prime abord. Voilà le domaine où nous voulons d'abord prendre l'expansion, mais nous visons aussi l'avenir. Aux États-Unis, on met l'accent d'abord sur le véhicule commercial; c'est celui-là dont on se sert dans les grands pares de démonstration, même si on y trouve aussi des voitures.

Quand le bill a d'abord été proposé, General Motors l'a combattu à outrance; vous n'avez qu'à vérifier les comptes rendus des délibérations des comités du Congrès pour voir que ce fut bien le cas. D'après moi, ils se sont dit que lorsque le bill serait adopté, il ne resterait plus qu'à imposer des normes de rendement si élevées que personne ne pourrait les atteindre. Voilà à peu près ce qui s'est passé.

Il ne faudrait pas non plus oublier la question dont je voulais vous parler, la petite automobile de la Floride. La raison pour laquelle la société a fait faillite, c'est qu'en 1975, Consumers' Union a choisi deux véhicules, la petite voiture de ville que je vous ai montrée, plus la voiture «L-Car» que j'avais, et on les a mises à l'épreuve. Les grands titres disaient: «Véhicules électriques dangereux». Cependant, en lisant l'article, on s'apercevait vite qu'on y analysait tous les problèmes et que les problèmes relatifs à la sécurité peuvent être réglés si l'on veut bien y consacrer un peu d'efforts sérieux. Le problème, c'est que la presse nationale a pris pour manchette: Les véhicules électriques ne sont pas sûrs. Les véhicules électriques ne sont pas sûrs! C'est pourquoi ce type de véhicule n'est pas encore disponible, mais je le répète, les autres véhicules deviennent de plus en plus petits et je crois que c'est là une grande possibilité pour le Canada de commencer à mettre au point une petite voiture urbaine, une voiture de ville. Toutefois, je conviens parfaitement que nous devrions d'abord consacrer tous nos efforts aux véhicules utilitaires . . .

Le président suppléant (M. Portelance): One moment, Mr. Rose.

M. Rose: Pardon. Je voudrais qu'il précise ce qu'il entend par véhicule utilitaire.

M. F. G. Johnson: D'accord; parmi les véhicules utilitaires, je compte tous ceux que je vous ai montrés . . . La camionnette Battronic, c'est-à-dire la première camionnette que je vous ai montrée; la camionnette General Motors qui a été convertie à l'électricité; la camionnette Marathon dont j'ai montré plusieurs photos; voilà ce que je qualifie de véhicules utilitaires. Ils sont utilisés pour la livraison et, dans le cas du canal de Welland, ils sont utilisés pour transporter les électriciens et d'autres techniciens assurant l'entretien du canal. Pour tous les travaux nécessaires, ces techniciens prennent leurs outils et leurs équipements et circulent tout le long du canal pour en assurer l'entretien. Voilà ce que je qualifie de véhicules utilitaires. C'est la même chose que ce que vous disiez à propos des

[*Text*]

The Acting Chairman (Mr. Portelance): Truck.

Mr. F. G. Johnson: Truck, all right.

The Acting Chairman (Mr. Portelance): But it is fine to say, so many kilowatt hours and the cost of that, but what is the round figure? What does it cost to recharge the battery of a little truck like that we have seen so it can work the next day?

Mr. F. G. Johnson: That truck goes forty miles in a day so it will take 40 kilowatt hours, and that will work out to $1.20 for fuel for that day in this particular area. One has to be careful about using money, because in some places a kilowatt hour costs six cents, in other places it costs three cents and other places, four cents, so I prefer to stick to kilowatt hours per mile and let people figure out on their own what they are paying.

The Acting Chairman (Mr. Portelance): We have heard also of the cost of these automobiles, and it is very high at the present time from what we heard in the United States, I mean the average. How does it compare in Canada? Right now we are making some here. There is a firm in Montreal that you mentioned before. I think I have seen recently that the Premier of Ontario was buying some small trucks from that firm. What do they sell for?

Mr. F. G. Johnson: That truck is selling for $16,000 Canadian right now. It also sells for $16,000 U.S. There have not been more than 50 vehicles built and so obviously it is costly. But the thing is, in the United States you noticed that practically all of those vehicles were conversions . . .

The Acting Chairman (Mr. Portelance): Right.

Mr. F. G. Johnson: . . . and what happens is that you cannot buy a vehicle off the production line, a stripped down vehicle. What is happening on all of these conversions is that they buy a vehicle, they strip out what they do not want, and that includes the motor and the exhaust. They also usually take out the shock absorbers and the springs and put in heavier duty shock absorbers and springs. Then they put all the electrical components back in that they want, and that is a very expensive operation. But if you have got to the point, as they are in the United Kingdom right now, Bedford will bring a vehicle down the line and take it off with just what is needed on it.

The Acting Chairman (Mr. Portelance): Do you think it is a good reason now to have co-operation with the major auto industry who could at least supply the body of the car so you would not run into all these extra costs by converting them?

Mr. F. G. Johnson: I think it would just slow you down.

The Acting Chairman (Mr. Portelance): Do you think some company in the private sector would come up with the right amount of money to build a car body in a large quantity?

[*Translation*]

États-Unis, les véhicules de livraison, pour la compagnie de téléphone etc . . .

Le président suppléant (M. Portelance): Les camions.

M. F. G. Johnson: Oui, les camions.

Le président suppléant (M. Portelance): C'est très bien de dire qu'il en coûte tant du kilowatt-heure pour recharger ces véhicules, mais pouvez-vous nous donner un coût approximatif? Combien cela coûterait-il pour recharger la batterie d'une camionnette comme celle-ci, afin qu'on puisse s'en servir le lendemain?

M. F. G. Johnson: Cette camionnette peut rouler 40 milles dans une journée, alors il faut 40 kilowatts-heures pour la recharger, c'est-à-dire $1.20 pour la journée, dans notre région. Il faut être prudent lorsqu'on cite des chiffres, car dans certains endroits, le kilowatt-heure coûte 6c., dans d'autres endroits il coûte 3c., alors qu'ailleurs il se vend 4c. Je préfère donc m'en tenir à la consommation de kilowatt-heures par milles et laisser les propriétaires faire leur propre calcul de coût.

Le président suppléant (M. Portelance): Nous avons entendu parler du coût de ces automobiles, et d'après ce qu'on nous a dit aux États-Unis, leur prix est, en moyenne, assez élevé à l'heure actuelle. Quelle est la situation au Canada? Nous fabriquons présentement de ces véhicules ici-même. Vous avez parlé tout à l'heure d'une entreprise de Montréal qui le fait. Je crois avoir vu dernièrement le premier ministre de l'Ontario acheter des camionnettes de cette société. Quel est leur prix?

M. F. G. Johnson: A l'heure actuelle, cette camionnette se vend $16,000 canadiens, et aux États-Unis $16,000 américains. On n'a pas fabriqué plus d'une cinquantaine de ces véhicules, ce qui les rend évidemment très coûteux. Toutefois, comme vous l'avez vu, aux États-Unis la plupart de ces véhicules ont été convertis à l'électricité . . .

Le président suppléant (M. Portelance): C'est juste.

M. F. G. Johnson: . . . et en fait, il est impossible d'acheter une carrosserie de véhicule à la sortie des lignes de montage. Pour faire ces conversions, il faut acheter un véhicule complet et le dépouiller de ce qui n'est pas nécessaire, ce qui comprend le moteur et le système d'échappement. Généralement, on y enlève également des amortisseurs existants pour les remplacer par d'autres plus forts. Puis, on y ajoute toutes les composantes électriques désirées, ce qui finit par coûter très cher. Il faudrait en venir à ce que les Britanniques font maintenant, c'est-à-dire qu'à Bedford, ils produisent un véhicule de série ne comportant que les composantes nécessaires.

Le président suppléant (M. Portelance): Croyez-vous que cela serait une bonne raison pour obtenir la collaboration des grands fabricants d'automobiles qui pourraient au moins fournir la carrosserie de l'automobile, ce qui vous permettrait d'éviter tous les frais supplémentaires qu'entraîne la conversion?

M. F. G. Johnson: Je crois que cela vous ralentirait.

Le président suppléant (M. Portelance): Croyez-vous qu'une société du secteur privé pourrait réunir les sommes

[*Texte*]

Mr. F. G. Johnson: I think if we create the climate for it, if the government were to say: this is one of the ways that we can enhance our national energy program, one of the ways that we can get off oil. I think it is possible.

• 1230

Let me say one thing on conversions: In a current internal combustion vehicle, one of the greatest design problems is getting rid of the 70 per cent heat. Seventy per cent of your energy, roughly—depending on what fuel you are using, but largely 70 per cent of your energy—is lost, and one of the greatest design problems is getting rid of that. Your radiator, your exhaust, all these things are in there because you are using an internal combustion engine. When it comes to an electric vehicle, and this is where the people who believe in building from the ground up come in, you do not have those things built it, you do not have the general conformity of the vehicle to take care of an internal combustion engine for getting rid of that heat, you can build the vehicle to use a battery and an electric motor, and you can do considerably better. That is where the Canadian Utility Vehicle, or the Marathon vehicle, is a ground up design, not a conversion.

The Acting Chairman (Mr. Portelance): Do you want a supplementary? Mr. Gurbin.

Mr. Gurbin: I think, from what we have seen on the American side—I am a bit hesitant to say this very forcefully, because I am not sure whether it was a real conversion or not—from, some of the pictures and explanations we have had from the Department of Energy, you do not have to use a lot of your space to try to overcome that heat problem, but you have additional problems that are even worse, because of the actual number of lead acetate batteries you have to have and where the heck you can store them. The whole middle of one of their cars became a storage compartment for lead acetate batteries. You are trading one set of problems for another; I do not really know that the balance is that much more favourably disposed towards an electric vehicle. That is a point I would like to make.

The Acting Chairman (Mr. Portelance): If I could add to that, Dr. Gurbin, I think one of the main problems was, too, that after 18 months you have to change the battery, which costs about $1,500. They do not last any longer. This should be included in the price. We say $1.20 to refill the car during the night, but we should also keep in mind that after 18 months we have to change the battery, which is very costly at the present time.

Mr. F. G. Johnson: Very much so, but it still comes out as a cheaper over-all cost. I think the big thing we have to remember is that you can use nonrenewable energy—you can get off oil. The thing is, if you do not have oil . . .

An hon. Member: You mean renewable energy.

[*Traduction*]

nécessaires à la fabrication en masse de carrosseries d'automobile?

M. F. G. Johnson: Je crois que si nous avions un climat favorable, si le gouvernement disait: «Voici l'un des moyens grâce auxquels nous pouvons améliorer notre programme énergétique national, voici l'un des moyens de consommer moins de pétrole», alors je crois que ce serait possible.

Permettez-moi d'ajouter quelques mots au sujet des conversions: dans les véhicules actuels à combustion interne, l'un des grands problèmes de conception, c'est qu'il faut se débarrasser de 70 p. 100 de la chaleur. Selon le combustible utilisé, 70 p. 100 de l'énergie est perdue sous forme de chaleur, et l'un des grands problèmes de conception c'est de se débarrasser de cette chaleur. Le radiateur, le système d'échappement et toutes les autres composantes n'existent que parce que l'on utilise un moteur à combustion interne. Dans les véhicules électriques, tous ces éléments sont superflus. On n'a pas besoin d'adapter le véhicule en fonction de tous ces appareils ayant pour seul but que d'éliminer la chaleur excédentaire. Voilà pourquoi des gens croient qu'il faut concevoir un modèle à partir de zéro. Il est possible de fabriquer un véhicule marchant avec une batterie et un moteur électrique, et cela avec de bien meilleurs résultats. Le véhicule Marathon, donc le véhicule utilitaire canadien a été conçu à partir de zéro, ce n'est donc pas une conversion.

Le président suppléant (M. Portelance): Voulez-vous poser une question supplémentaire?

M. Gurbin: D'après ce que nous avons entendu aux États-Unis . . . j'hésite un peu à affirmer cela catégoriquement, car je ne sais pas si ce que nous avons vu était un véhicule converti ou non . . . d'après les explications et les photos qui nous ont été fournies par le ministère de l'Énergie, il n'est pas nécessaire d'utiliser beaucoup d'espace pour contourner ce problème de la chaleur, mais il y a d'autres problèmes qui sont encore bien pires, en raison du nombre de batteries à l'acétate de plomb qu'il faut réussir à placer quelque part. Toute la section du milieu de l'un de leurs automobiles était une ère d'entreposage de batteries à l'acétate de plomb. C'est un simple échange de problèmes, je ne suis pas convaincu que le véhicule électrique soit si avantageux. C'est cela que je veux signaler.

Le président suppléant (M. Portelance): Monsieur Gurbin, permettez-moi d'ajouter qu'à mon avis, l'un des principaux problèmes c'est qu'après 18 mois, il faut changer la batterie, ce qui coûte environ $1,500. Elle ne dure pas plus longtemps. Cela devrait être compté dans le prix. Nous disons que cela coûte $1.20 pour recharger cette auto pendant la nuit, mais il ne faut pas oublier qu'après 18 mois il faut remplacer la batterie, ce qui est actuellement très coûteux.

M. F. G. Johnson: C'est bien vrai, mais dans l'ensemble, c'est encore plus économique. Il faut bien se rappeler qu'ainsi, on peut utiliser de l'énergie non renouvelable, on peut consommer moins de pétrole. Le problème c'est que si on n'a pas de pétrole . . .

Une voix: Vous vouliez dire l'énergie renouvelable.

[*Text*]

Mr. F. G. Johnson: Yes.

The Acting Chairman (Mr. Portelance): Do you have a further question, Mr. Gurbin?

Mr. Gurbin: That presumes you are producing electricity from a renewable source.

Mr. F. G. Johnson: You have to look at your areas. Prince Edward Island, for example, is not the place; I mentioned that Quebec and Ontario are the . . .

Mr. Gurbin: Just for the record, I think it is important that we put this point in: The models that have been made in some places in the United States indicate that a car—and the Buick Skylark was the size and type of car they were talking about—with exactly the same performance as the four-cyclinder engine that they are using now, has a range of approximately 200 to 300 miles with the addition of water only, and then a total range of approximately 1,200 to 1,400 miles without any other alterations except adding the water every 200 to 300 miles, on the basis of the aluminum air cycle and the way the car is being built now. There are a lot of interesting points about that discussion, but that was one of the reasons why I was asking about that battery before. I would just like that for the record, in terms of what their analysis now shows of that size of vehicle, which already has a market appeal and a performance that people will relate to.

Mr. F. G. Johnson: Okay. There is a comment I would like to make. You are looking for a 200-mile range car. I have heard drivers who were involved in some of these demonstration projects say, why give us a 50-mile capability car, we only use 35 miles. I think this is an important thing to look at. We are not trying to make everything electric. There are all kinds of options we are going to use, but let us use each one in its proper place. The thing is, the electrics have a place and I do not want to spread them beyond what they are really capable of doing.

I can see that you are very high on the aluminum air battery; I have gone through a number of these batteries, where people have got very high on them, and then when they got down to it they said, well, really it is a few years away. The thing is, if you do not get on with developing the electric vehicles using lead acid batteries, getting the infrastructure in place, when those new batteries come along, you will not be ready for them.

• 1235

Mr. Gurbin: My problem is I do not see a technical barrier to doing that now, so I am not sure why we are looking at a few vehicles of yesterday's technology, with the limitations that has, instead of putting ourselves into the technical opportunity we have.

Mr. F. G. Johnson: Well, that technology is new. It is not here yet. It will take a while to develop it.

The Acting Chairman (Mr. Portelance): Mr. Johnson, J'aurais quelques questions encore. Je vois que du côté améri-

[*Translation*]

M. F. G. Johson: Oui.

Le président suppléant (M. Portelance): Avez-vous d'autres questions, monsieur Gurbin?

M. Gurbin: Il faut présumer que vous produisez de l'électricité à partir d'une source renouvelable.

M. F. G. Johnson: Cela dépend des régions. A l'Île du Prince-Édouard par exemple, ce ne serait pas pratique; j'ai dit que le Québec et l'Ontario sont les . . .

M. Gurbin: Je crois qu'il importe de faire la précision suivante: D'après les expériences faites avec les modèles construits à certains endroits aux États-Unis . . . il s'agit d'une automobile modèle Buick Skylark . . . tout en atteignant le même rendement qu'avec le moteur 4 cylindres présentement utilisé, la même automobile aurait un rayon d'action de 200 à 300 milles en ajoutant de l'eau seulement; puis un rayon d'action total d'environ 1,200 à 1,400 milles en ajoutant de l'eau à tous les 200 ou 300 milles. On utiliserait le moteur à cycle air-aluminium dans une carosserie conforme à la fabrication actuelle. Tout cela est bien intéressant, et c'est là une des raisons pour laquelle je m'informais de cette batterie auparavant. Je voulais préciser le résultat de leurs analyses quant à ce type de véhicule qui a déjà sa place sur le marché et qui offre un rendement intéressant pour les consommateurs.

M. F. G. Johnson: D'accord. Voici quelques remarques. Vous recherchez une auto ayant un rayon d'action de 200 milles. Certains conducteurs ayant participé à certains projets de démonstration nous ont demandé pourquoi nous fabriquions un véhicule ayant un rayon d'action de 50 milles alors qu'ils ne parcouraient que 35 milles. A mon avis, il est important de penser à cela. Nous n'essayons pas de transformer tous les véhicules à l'électricité. Nous allons tirer parti de toutes sortes d'options, mais nous allons adapter ces options aux divers besoins. Le fait est que les véhicules électriques peuvent jouer un rôle et nous n'avons pas l'intention de leur confier des tâches au-dessus de leur capacité.

Je constate que vous êtes très emballé par la batterie air-aluminum; j'ai utilisé un certain nombre de ces batteries; j'ai vu des gens être très emballés pour ensuite être désillutionnés et constater que ces batteries ne seraient pas au point avant quelques années. Le problème, c'est que si on ne commence pas à mettre au point des véhicules électriques utilisant des batteries plomb-acide, si vous n'établissez pas l'infrastructure, lorsque ces nouvelles batteries seront disponibles, vous ne serez pas prêt à les recevoir.

M. Gurbin: Ce qui me trouble, c'est que je ne vois pas d'obstacle technologique à l'utilisation de ces batteries, et je ne vois pas trop pourquoi nous voudrions nous attacher à la technologie d'hier avec toutes les limites qu'elle impose, plutôt que de profiter des possibilités techniques qui s'offrent à nous.

M. F. G. Johnson: Cette technologie est nouvelle. Elle n'est pas encore ce qu'il faudrait, il faudra encore un certain temps pour la mettre au point.

Le président suppléant (M. Portelance): Monsieur Johnson, I would still have few questions. I see that on the Americain

[*Texte*]

cain—one of the program they have is loan guarantiees. Is this one of the options, or is this one of the recommendations you are making too—loan guarantee to small industry to go ahead with some of this research?

Mr. F. G. Johnson: Yes, that is one of the financial incentives which could be used. The current company, if they could get a loan guarantee, would be laughing, I think.

The Acting Chairman (Mr. Portelance): When it comes to batteries, are these made in Canada right now—the ones which are used in these vehicles we have seen?

Mr. F. G. Johnson: That Electric Vehicle Associates company I showed you buys all its batteries in Canada.

The Acting Chairman (Mr. Portelance): They are all made here.

Mr. F. G. Johnson: They are all made in Canada.

The Acting Chairman (Mr. Portelance): It is a Canadian firm.

Mr. F. G. Johnson: Yes.

The Acting Chairman (Mr. Portelance): I do not think we have seen any figures. You give us what we should do, like demonstration and incentive and R & D and all that, but do you have any figures to recommend to the committee? What would be the outcome of that in job creation and all that? Do you have a paper on this?

Mr. F. G. Johnson: No, I do not have a paper on that.

The Acting Chairman (Mr. Portelance): Is there any chance you would have one later?

Mr. F. G. Johnson: We are a pretty small organization.

The Acting Chairman (Mr. Portelance): If you want this committee to recommend that the government spend a certain amount of money, you certainly have to show a good reason to use it. I think you firm, with all your experts, should be able to give us certain figures.

Mr. F. G. Johnson: You suggest my firm, with all its experts . . .

The Acting Chairman (Mr. Portelance): I mean your organization.

Mr. F. G. Johnson: In Canada, there is not an electric vehicle company, whereas any other association ususly has a number of companies. As I began by saying, the electric industry is starting to come around now, but they were not—if there were not going to be any electric vehicles, why should they develop electric components? Why should they spend their . . .

The Acting Chairman (Mr. Portelance): General Electric and Chrysler in the United States are making one vehicle which is called the ETV-1. Where are General Electric, Chrysler, or all the others who have problems with imports of cars? Are they not moving into this too?

Mr. F. G. Johnson: You usually find the Canadian company says that is being done by our parent company. But General Electric—that particular contract to produce two cars cost about $7 million, and quite frankly, I have not been at a show

[*Traduction*]

side . . . il existe un programme de garanties de prêts. Est-ce là l'une de vos recommandations? Proposez-vous qu'on garantisse les prêts consentis aux petites entreprises afin qu'elles puissent se lancer dans ces recherches?

M. F. G. Johnson: Oui, c'est là l'un des incitatifs fiscaux qu'on pourrait utiliser. La Société dont nous avons parlé serait enchantée de pouvoir obtenir des prêts garantis.

Le président suppléant (M. Portelance): Les batteries utilisées dans ces véhicules que nous avons vus, sont-elles fabriquées au Canada?

M. F. G. Johnson: La Société Electric Vehicule Associates dont nous avons parlé achète toutes ses batteries au Canada.

Le président suppléant (M. Portelance): Ces batteries sont toutes fabriquées ici?

M. F. G. Johnson: Elles sont toutes fabriquées au Canada.

Le président suppléant (M. Portelance): C'est une société canadienne.

M. F. G. Johnson: Oui.

Le président suppléant (M. Portelance): Je ne crois pas qu'on nous a donné de chiffres. Vous nous dites ce que nous devrions faire, comme lancer des projets de démonstration, accorder des mesures d'incitation fiscales, faire de la recherche et du développement etc. Toutefois, avez-vous des chiffres pour le comité? Combien d'emplois pourrait-on créer, etc. Avez-vous étudié ces questions?

M. F. G. Johnson: Non, je n'ai rien fait à ce sujet.

Le président suppléant (M. Portelance): Pourriez-vous avoir des données à ce sujet plus tard?

M. F. G. Johnson: Notre organisation est plutôt modeste.

Le président suppléant (M. Portelance): Si vous voulez que ce comité recommande au gouvernement de dépenser de l'argent, vous devez absolument nous donner un bon motif pour ce faire. Je crois que votre société, avec tous ses experts, devrait être en mesure de nous fournir certains chiffres.

M. F. G. Johnson: Vous parlez de ma société avec tous ses experts . . .

Le président suppléant (M. Portelance): Je voulais dire votre organisation.

M. F. G. Johnson: Au Canada, il n'y a pas de véritable industrie du véhicule électrique. Il n'y a qu'une seule société qui fabrique, alors que toutes les autres associations comptent normalement un certain nombre de sociétés. Comme je l'ai dit au début, l'industrie du véhicule électrique en est à ses premiers balbutiements, mais . . . si on ne fabrique pas de véhicule électrique, pourquoi ces sociétés devraient elles mettre au point des composantes électriques? Pourquoi dépenser leur . . .

Le président suppléant (M. Portelance): General Electric et Chrysler aux États-Unis fabriquent un véhicule appelé le ETV-1. Que font la *General Electric, la Chrysler* ou toutes ces autres sociétés qui sont malmenées par les autos importées? Ne font-elles rien dans ce domaine?

M. F. G. Johnson: Généralement les sociétés canadiennes affirment que ces recherches sont faites par la société-mère. Pour ce qui est de la General Electric . . . le contrat pour la production de deux véhicules a coûté à peu près 7 millions de

[*Text*]

yet where that vehicle operated very well. In fact, I have been at shows where it did not operate at all. The same with Garrett Air Research. This again is where small business criticized the program. They said this program was for small business and you brought in General Electric and Chrysler.

The Acting Chairman (Mr. Portelance): Yes, I am surprised to hear that. Of all the people in electricity, if General Electric cannot come up with a car which works, I clan hardly believe the others can do it.

Mr. F. G. Johnson: That one little car I was showing you is selling for $5,000 in the United States right now, and the people who are getting it are quite happy with it.

The Acting Chairman (Mr. Portelance): Yes, thank you.

Mrs. Myers, would you have some questions?

Mrs. Myers: Most of my question have already been addressed, but I wanted to go back to the aspect of safety for a minute, because you were talking about the fact that you think maybe it is a bit of bad press that electric vehicles are not safe. I share Mr. Gurbin's reservations about some of these very small cars. In particular, with the three-wheeled vehicles I cannot see myself feeling terribly safe on the roads in company with the big vehicles which are on the roads now. Do you foresee a problem of bringing these cars on line when they are having to compete for road space with much heavier vehicles? I think that is quite an important safety problem.

• 1240

Mr. F. G. Johnson: I think this really is somewhat the same problem you will have with all the other vehicles. In the past, we always had the small European car involved and we kept saying you had to have a big car to be safe. Now we have sort of swung around. We are going to have to have small cars, so now we say that small cars can be made safe. With three-wheel cars, yes, that is a problem, although we are not sure whether or not it is as much a problem as we think. We have had companies and we have had people in Canada who had a three-wheel design. While I was with the department they came to us and I told them they were batting against two things; people who do not think a three-wheel vehicle is safe and people who think you should not have electric vehicles, that if you are going to go electric, at least go four wheels.

In the United States there are so many ideas—and I showed you one—of three-wheel cars coming on that a study is being done between the Department of Energy and the Department of Transportation to relook at three-wheel vehicles to see whether they are really as bad as people say they are. However, they are much more concerned about energy, and about their national security with the possibility of not having sufficient oil so they are ready to look at these things. Anyone that

[*Translation*]

dollars et en toute franchise, je n'ai encore été à aucune exposition où cette auto fonctionnait bien. De fait, j'ai été à des expositions où elles ne fonctionnaient pas du tout. C'est la même chose pour Garrett Air Research. Les propriétaires de petites entreprises ont beaucoup critiqué ce programme. On a dit que ce programme devrait s'adresser à la petite entreprise, et pourtant on a demandé la participation de General Electric et de Chrysler.

Le président suppléant (M. Portelance): Oui, je suis étonné d'entendre cela. De toutes les sociétés s'occupant d'électricité si la General Electric ne peut offrir une auto qui fonctionne, alors je crois qu'aucune autre n'en est capable.

M. F. G. Johnson: Cette petite automobile que je vous ai montrée plus tôt se vend $5,000 aux États-Unis, et les gens qui l'achètent en sont satisfaits.

Le président suppléant (M. Portelance): Oui, merci.

Madame Myers, vous avez quelques questions?

Mme Myers: On a déjà posé la plupart de mes questions, mais je voudrais pour quelques instants revenir sur la question de la sécurité. Vous avez dit qu'à votre avis, la presse a peut-être eu tort de dire que les véhicules électriques ne sont pas sûrs. Je partage les réserves de M. Gurbin quant à certaines de ces petites automobiles. Je pense particulièrement aux voitures à trois roues. Je crois que je ne me sentirais pas tellement en sécurité sur les routes, compte tenu des gros véhicules qui y circulent à l'heure actuelle. Croyez-vous que vous aurez de la difficulté à vendre ces voitures lorsqu'elles devront affronter la concurrence des véhicules beaucoup plus lourds sur les routes? Il me semble que c'est un aspect très important sur le plan de la sécurité.

M. F. G. Johnson: Je crois qu'on retrouvera à peu près les mêmes problèmes qu'avec tous les autres véhicules. Par le passé, on disait qu'il fallait une grosse voiture plutôt qu'une européenne pour assurer notre sécurité. A présent, nos idées sont un peu différentes à ce chapitre. Il nous faudra des petites voitures, par conséquent, nous affirmons maintenant qu'il y a moyen de rendre ces dernières sécuritaires. Pour ce qui est des voitures à trois roues, cependant, oui, cela présente un problème, bien que nous ne soyons pas certains qu'il soit aussi grave qu'on le croit. Il y a eu des entreprises et des particuliers au Canada qui ont conçu les modèles à trois roues. Quand j'étais au ministère, ils sont venus nous voir et je leur ai alors dit qu'ils auraient beaucoup d'obstacles à surmonter. Premièrement, les gens s'imaginant qu'un véhicule à trois roues n'est pas sûr et deuxièmement, ceux qui pensent qu'il ne devrait pas être nécessaire d'avoir des véhicules électriques, et que s'il le faut, qu'ils aient au moins quatre roues.

Aux États-Unis, cependant, on a conçu tellement de modèles de voitures à trois roues, qu'une étude a été commandée par le ministère de l'Énergie et celui des Transports afin de les réexaminer pour vérifier si elles sont aussi dangereuses qu'on le dit. Cependant, les Américains sont beaucoup plus préoccupés par les questions énergétiques et par leur sécurité nationale au cas où ils manqueraient de pétrole. Cela explique pourquoi ils sont disposés à étudier cela. Ce n'est pas la même chose ici

[*Texte*]

has come along with a three-wheel vehicle, I have said, forget it, we have got too many roadblocks without going that way.

Mrs. Myers: Thank you, Mr. Johnson.

The Acting Chairman (Mr. Portelance): Mr. Clay.

Mr. Clay: I would like your comment on the following observations. Considering the fact that Japan has quite an energy shortage problem at the present time, and seeing as how they have a well developed electronics and electrical components industry, and since they have a very aggressive automobile industry, why have the Japanese not crawled in this window of opportunity you are talking about?

Mr. F. G. Johnson: They have. The Japanese started a program primarily for environmental pollution. In 1971, they began a five-year program which brought the auto industries, the electrical and battery industry and the ministry of industry and trade together in about a $15-million to $17-million program, and then they went on with the program beyond that. They forecast a quarter of a million electric vehicles in Japan by the year 1986. I do not have here the latest EV prices for the Japanese vehicles. We did look at getting a Japanese vehicle in some time ago but they said that they were not going to export it until they were sure it was right, but they are way up there. It is a good possibility. And the United States will say the same thing, look, we are going to be left behind by the Japanese technology unless we get on with it. That is one of the things Senator McClure and Congressman McCormick have been saying, we have got to get on with it. And also, they say that if we cannot produce the vehicles for demonstration projects, let us buy them from foreign countries, let us buy them from the U.K., let us buy them from Japan. As a matter of fact, the first fleet of vehicles was bought from the United Kingdom.

Mr. Clay: Considering the fact that they have spent such considerable amounts of money and that they have been doing their research for a number of years, do you not feel that it is already too late for Canada to get into this?

Mr. F. G. Johnson: No.

Mr. Clay: Why is that?

Mr. F. G. Johnson: I think if we took that approach, we could take that approach on many things. We could probably take the same approach with the aircraft industry. There are large aircraft industries going elsewhere, and we have to fight like hell to get part of the business and have to pour in money to keep them going. I think the same thing applies to electric cars. This is still not a well-developed market, and this is a case where we can start at the starting line or not too far behind, there are not thousands and thousands of electric vehicles out there. Let us get in there and compete in the race instead of taking a negative attitude that it is all going to be done elsewhere and we cannot do anything. We have got to keep Canadian industry going. If we buy everything from elsewhere, what are we doing?

[*Traduction*]

où j'ai découragé tous ceux qui me présentaient un modèle de véhicule à trois roues, en raison du trop grand nombre d'obstacles qu'ils auraient à surmonter.

Mme Myers: Merci, monsieur Johnson.

Le président suppléant (M. Portelance): Monsieur Clay.

M. Clay: Je voudrais entendre vos observations sur les propos suivants. Étant donné que le Japon connaît une grave pénurie d'énergie à l'heure actuelle et étant donné que ce pays est doté d'une industrie de l'électronique et de fabriques de matériel électrique très développées et au surplus compte tenu du fait que l'industrie automobile japonaise est extrêmement dynamique, pourquoi les Japonais n'ont-ils pas essayé de se lancer sur ces nouvelles voies que vous nous avez mentionnées?

M. F. G. Johnson: Ils l'ont fait. En effet, ils ont lancé un programme ayant surtout trait à la pollution. En 1971, ce programme réunissait les industries de l'automobile, celles de l'électricité et des batteries, ainsi que les ministères de l'Industrie et du Commerce, pour partager entre 15 et 17 millions de dollars puis on est allé encore plus loin. On a prévu la mise en service de 250,000 véhicules électriques au Japon d'ici 1986. Je n'ai pas en main les prix de ces véhicules. Nous n'avons pas non plus de modèles chez nous, même si nous en avons demandé une voiture on ne voulait pas nous les exporter avant qu'ils ne soient tout à fait au point. Cela n'empêche pas qu'ils existent à titre de possibilités assez sûres. On nous dira d'ailleurs la même chose aux États-Unis, c'est-à-dire qu'à moins qu'on ne se mette à l'œuvre, on sera à la remorque de la technologie japonaise. C'est une des choses exprimées par le sénateur McClure et le membre de la Chambre des représentants, M. McCormick. Ils ont également dit que s'il n'est pas possible de produire des véhicules à des fins expérimentales ici, il faut en acheter des pays étrangers, que ce soit du Royaume-Uni ou du Japon. De fait, la première série de véhicules a été achetée au Royaume-Uni.

M. Clay: Étant donné que des sommes aussi considérables ont déjà été dépensées et que la recherche est en cours depuis longtemps, n'estimez-vous pas qu'il est déjà trop tard pour le Canada de se joindre à l'entreprise?

M. F. G. Johnson: Non.

M. Clay: Pourquoi cela?

M. F. G. Johnson: Si nous adoptions une telle attitude nous pourrions le faire pour beaucoup de choses. On pourrait en arriver aux mêmes conclusions à propos de l'industrie aéronautique, par exemple. Il est vrai que d'importantes industries aéronautiques s'en vont ailleurs et que nous devons nous démener comme des diables dans l'eau bénite pour gagner notre part du marché et que nous devons accorder beaucoup de capitaux pour que les choses continuent à fonctionner. La même remarque vaut aussi pour le domaine des véhicules électriques, où le marché n'est pas encore bien établi. Cependant, en l'occurrence, l'écart nous séparant de ceux qui ont déjà commencé n'est pas trop grand, on ne peut dire qu'il y a des milliers et des milliers de véhicules électriques en circulation. Lançons-nous donc dans le projet plutôt que de prendre l'attitude négative d'après laquelle tout va se faire ailleurs et nous n'y pouvons rien. Il faut que l'industrie canadienne

[*Text*]

• 1245

Mr. Clay: One of the concerns of the committee is to establish some idea of what priorities in the alternative energy field we might pursue, and you think then that getting into this line, the electrical vehicle, is a good way to move in Canada.

Mr. F. G. Johnson: Absolutely. When you talk about priorities, propane, for example—the first job I had in Industry, Trade and Commerce, was to go to a company that was trying to promote conversion of cars to propane right here in Ontario. The second job I had, also in 1973, was another company that was trying to get liquefied natural gas into vehicles and they had projects on it. Here is what I am saying. All these things need to be done together. Hydrogen is an example. I think, it is one that is going to be a little further down the pilu; I would say 1995. I expect Dr. Scott probably thinks a little sooner. Every one of these will move faster if our oil prices and our gasoline prices are at a higher level. We are paying less than the United States now. That is one of the reasons why they are doing more on it. We are paying less than the Japanese and that is another reason why they are putting more money into it. We do not have the incentive to do these things.

Mr. Clay: Thank you.

The Acting Chairman (Mr. Portelance): Mr. Johnson, I would like to thank you for appearing in front of us. If you do have further advice to give us, you are always welcome to mail it in directly to our Clerk and we will certainly take note of it. Thank you very much.

The committee is adjourned until this afternoon at 3.30 p.m.

AFTERNOON SITTING

• 1534

Le président: A l'ordre!

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole est très honoré d'accueillir cet après-midi l'honorable Marc Lalonde, ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources.

Monsieur Lalonde, nous sommes très heureux que vous ayez pu organiser votre emploi du temps et votre itinéraire tous deux très chargés pour venir témoigner devant ce Comité. Nous croyons que votre témoignage sera l'un des plus importants faits au cours d'une série de visites de personnages du Canada et de l'étranger venus témoigner ici depuis le 10 juin, date à laquelle nous avons commencé nos délibérations. Before calling on the minister, I would just like to mention that we

[*Translation*]

continue à fonctionner. Si nous achetons tout de l'étranger, que faisons-nous?

M. Clay: L'une des préoccupations du comité est d'établir un ordre de priorités dans le domaine des sources d'énergie de remplacement. A cet égard, estimez-vous que le Canada fait bien de se lancer dans le domaine des véhicules électriques?

M. F. G. Johnson: Certainement. Vous parlez de priorités, alors je vais mentionner le cas du propane, par exemple. Lorsque j'étais au ministère de l'Industrie et du Commerce, ma première fonction a été de m'adresser à une entreprise qui s'efforçait de promouvoir la conversion des moteurs de voiture au système à propane, ici même en Ontario. Encore en 1973, j'ai eu comme deuxième affectation, la charge de m'occuper d'une autre entreprise qui tentait de concevoir un système pour véhicules fonctionnant au gaz naturel liquifié et qui avait des projets en ce sens. Or, je suis d'avis qu'il faut faire toutes ces choses de façon concertée. L'hydrogène en est un exemple. Il s'agit d'un combustible dont l'apparition sera plus tardive, je crois qu'elle se fera vers 1995. M. Scott est probablement d'avis que ce sera un peu plus tôt. Quoi qu'il en soit, tous ces projets évolueront plus vite si nos prix pour le pétrole et l'essence doivent augmenter. Ainsi, à l'heure actuelle, nous payons moins pour ces combustibles que les États-Unis et c'est l'une des raisons pour lesquelles on est plus actif dans ce pays-là. Nous payons également moins que les Japonais et c'est une autre raison pour laquelle ces derniers consacrent davantage d'argent à ces projets. Nous ne sommes pas assez motivés pour agir.

M. Clay: Merci.

Le président suppléant (M. Portelance): Monsieur Johnson, je vous remercie d'être venu témoigner devant nous. Si vous avez autre chose à nous communiquer, vous pouvez le faire par la poste en envoyant vos documents à notre greffier. Vous pouvez être certain que nous en prendrons bonne note. Merci beaucoup.

La séance est levée. La prochaine est pour cet après-midi à 15 h 30.

SÉANCE DE L'APRÈS-MIDI

The Chairman: Order, please.

This afternoon, the Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution is most honoured to welcome the Honourable Marc Lalonde, Minister of Energy, Mines and Resources.

Mr. Lalonde, we are very pleased that you were able to organize your very busy schedule to come and testify before the Committee. We believe that your testimony will be amongst the most important heard in a series of "visits" from Canadian and foreign notables who have come to testify here since last June 10th when we began our proceedings. Avant de donner la parole au ministre, j'aimerais mentionner que nous avons aujourd'hui dans l'assistance un groupe très distingué

[*Texte*]

have a very distinguished group here in the audience, and I would like to underline their presence. It is the Study Group of Parliament and the Scrutiny of Science Policy, which is meeting here in Ottawa from November 23 to November 27.

I would like to welcome Lord Sherfield, Chairman, who is the Chairman of the group from the United Kingdom; Dr. Gary Gurbin, MP, one of the members of this committee, who is also a member of this group, Honourable George Brown, Junior, from the United States; Senator Donald Jessop from Australia; Dr. M. S. Sanjeevi Rao, MP, from India; Professor Ang Kok Peng, from Singapore; Senator Kusha Haraksingh, Trinidad and Tobago; Honourable A. M. Mango, from Kenya; and to my right, who is the project manager, and who is also a member of the group as reporteur, Mr. Dean N. Clay.

I would like very much to welcome you, ladies and gentlemen, to the deliberations of this committee. I do not know if this committee would be an example to how committees should operate, but I can tell you we have had very interesting meetings and we are honoured this afternoon to have you with us.

At the same time, we are honoured to welcome the Minister, in the Canadian government, for Energy, Mines and Resources. Mr. Lalonde, I understand you have an opening statement. I would like to say that the floor is yours, and thank you very much, once again, for coming.

L'hon. Marc Lalonde (ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources): Merci beaucoup, monsieur le président.

J'aimerais tout d'abord faire une demande au comité. J'ai en effet un exposé préliminaire à faire; je n'ai pas l'intention de lire au complet le document que vous avez devant vous, mais je vais essayer de le résumer. Le Cabinet doit aller rendre hommage à M. Jules Léger à 16 h 00 et si le Comité voulait bien me le permettre, j'aimerais m'associer à mes collègues pour une dizaine de minutes, peut-être, pour aller rendre hommage à M. Jules Léger. Mes fonctionnaires seront ici et répondront aux questions que vous voudrez bien poser. Je vais revenir aussitôt que nous aurons terminé la visite et il me fera plaisir de prolonger la séance, au moins d'autant, à la fin si vous le voulez.

Je pense qu'on avait prévu siéger jusqu'à 17 h 00, mais si vous voulez continuer jusqu'à 17 h 30, je serai disponible pour le comité.

Le président: Merci, monsieur Lalonde. Est-ce que mes collègues sont d'accord, étant donné les circonstances, que M. Lalonde soit excusé pour 15 ou 20 minutes pour une visite officielle avec les membres du Cabinet afin de rendre hommage à son excellence, M. Jules Léger? Par la suite, M. Lalonde sera devant le comité jusqu'à 17 h 30 environ.

D'accord?

Des voix: D'accord.

M. Lalonde: Monsieur le président, je tiens à vous remercier de votre invitation; je vous remercie aussi de votre patience, car je sais que vous avez essayé à plusieurs reprises d'organiser ma comparution devant le comité. I would like to thank the committee for having also patiently waited until the national

[*Traduction*]

dont je voudrais souligner la présence. Il s'agit du groupe d'étude parlementaire sur les politiques scientifiques, qui se réunit ici à Ottawa du 23 au 27 novembre.

J'aimerais souhaiter la bienvenue à Lord Sherfield, du Royaume-Uni, qui est président du groupe; M. Gary Gurbin, député, membre du comité et membre du groupe d'étude; l'honorable George Brown, Junior, des États-Unis; le sénateur Donald Jessop de l'Australie; M. s. Sanjeevi Rao, député, de l'Inde; le professeur Ang Kok Peng, de Singapour, le sénateur Kusha Haraksingh, de la Trinité-et-Tobago; l'honorable A. M. Mango, du Kenya; et à ma droite, M. Dean N. Clay, directeur du projet et membre du groupe à titre de rapporteur.

Mesdames et messieurs, j'aimerais vous souhaiter la bienvenue aux délibérations de ce comité. Je ne sais pas si notre comité est un bon exemple de la façon dont les comités devraient fonctionner, mais je peux vous dire que nous avons tenu des réunions extrêmement intéressantes, et que c'est pour nous un honneur de vous avoir parmi nous cet après-midi.

En même temps, nous avons l'honneur d'accueillir le ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources du gouvernement canadien. Monsieur Lalonde, je crois que vous avez une déclaration d'ouverture. La parole est à vous, et je tiens à vous remercier encore une fois d'être venu.

Hon. Marc Lalonde (Minister for Energy, Mines and Resources): Thank you very much, Mr. Chairman.

I would like to begin by making a request of the committee. I do have an opening statement to make; I do not intend to read the document you have before you in its entirety; instead I will try to summarize it. At 4.00 p.m. Cabinet is going to pay tribute to Mr. Jules Léger; if the committee will allow me, I would like to join my colleagues for about 10 minutes to pay tribute to Mr. Jules Léger. My officials will remain here and will answer any questions you wish to ask. I will return as soon as we complete our visit, and I will be happy to extend the meeting at the end for as long as I was absent, if that is your wish.

I believe the committee is suppose to sit until 5.00 p.m. but if you wish to continue until 5.30 p.m., I will be available to the committee.

The Chairman: Thank you, Mr. Lalonde. Given the circumstances, would my colleagues agree to excuse Mr. Lalonde for 15 or 20 minutes for the Cabinet's official visit to pay tribute to His Excellency Mr. Jules Léger? Afterwards, Mr. Lalonde will be before the committee until about 5.30 p.m.

Agreed?

Some hon. Members: Agreed.

Mr. Lalonde: Mr. Chairman, I would like to thank you for your invitation; I would also like to thank you for your patience, because I know that you have tried on several occasions to arrange for me to appear before the committee. J'aimerais remercier les membres du comité d'avoir patienté

[*Text*]

energy program was released before appearing before your particular committee.

I will, as I have indicated, summarize as briefly as I can the statement that is before you, and which is on the record, obviously, and stands by itself. My officials will be very happy to take whatever questions you may want to raise in my absence. If there are policy questions, I will be very happy to deal with them upon my return.

To my right, I have Dr. Ken Whitham, who is the Assistant Deputy Minister, Conservation and non Petroleum energy in my department. On my left, Dr. Ian Efford, Director General of Conservation and Renewable Energy, the energy branch in my department; Mr. Tom Brett, who will take questions on renewable energy; Dr. E. C. Taylor, who will deal with alternative liquid fuels; and Mr. Charles Marriott, who will deal with the Canadian oil substitution program.

By way of introduction, I would like to restate in the strongest terms the government's commitment to the achievement of energy security in this decade. In saying this, I cannot overemphasize the importance of energy demand management. As you will have noted, the national energy program makes a massive, unprecedented commitment to reducing oil consumption. Some $3 billion in direct investments will be made over the period to 1983 to encourage conservation and the use of more plentiful fuels in place of oil.

• 1540

We are counting on Canadian industry and individuals to respond. Attractive prices for non-oil fuels will be estabished and direct assistance will be provided as an inducement to convert heating systems. In short, I believe we have created the conditions to achieve independence from the world oil market by 1990, or with maximum effort, earlier in this decade.

I would like to review with the committee four areas in more detail: energy conservation, renewable energy, alternative liquid fuels, and the Canadian oil substitution program, in that order.

Energy conservation:

Les économies d'énergie restent prioritaires pour le gouvernement. Je vais parler de nos efforts à cet égard dans les différents secteurs, d'abord dans les bâtiments, puis dans l'industrie et dans le transport.

Notre principal programme dans le secteur du bâtiment est le Programme d'isolation thermique des résidences canadiennes (P.I.T.R.C.), en vertu duquel les propriétaires des maisons peuvent obtenir des subventions allant jusqu'à $500 pour les aider à couvrir leurs frais d'isolation. Des programmes semblables sont en vigueur depuis 1976 en Nouvelle-Écosse et à l'Île-du-Prince-Édouard. En vertu du Programme national de l'énergie, les crédits affectés à ce programme passeront à 265 millions de dollars par année afin que, d'ici 1987, il y ait 70 p. 100 des résidences canadiennes dont l'isolation ait été amélio-

[*Translation*]

également jusqu'à ce que le programme national en matière d'énergie soit publié avant que je ne comparaisse devant votre comité.

Comme je l'ai déjà dit, je vais résumer aussi brièvement que possible la déclaration que vous avez devant vous. Évidemment, cette déclaration est officielle et complète en elle-même. Mes fonctionnaires se feront un plaisir de répondre à toutes les questions que vous pourriez vouloir poser pendant mon absence. S'il y a des questions d'ordre politique, je serais heureux d'y répondre lorsque je reviendrai.

A ma droite, voici M. Ken Whitham, sous-ministre adjoint de la direction de la conservation et des produits non pétroliers. A ma gauche, M. Ian Efford, directeur général de la conservation et des énergies renouvelables, du secteur de l'énergie de mon ministère; M. Tom Brett, qui répondra aux questions sur les énergies renouvelables; M. E. C. Taylor, qui s'occupera des carburants liquides de rechange; et M. Charles Marriott qui s'occupera du programme de remplacement de pétrole du Canada.

A titre d'introduction, j'aimerais réitérer aussi fermement que possible l'engagement du gouvernement à atteindre la sécurité énergétique avant la fin des années 1980. Dans ce contexte, je ne peux mettre trop d'emphase sur l'importance de la gestion de la demande énergétique. Vous aurez noté que le programme national de l'énergie a pris l'un engagement massif et sans précédent de réduire la consommation du pétrole. Environ $3 milliards seront investis directement d'ici 1983 pour encourager la conservation du pétrole et l'utilisation d'autres carburants plus abondants à la place du pétrole.

Nous comptons sur l'appui de l'industrie et des particuliers. On fixera des prix avantageux pour les carburants non pétroliers, et on fournira une aide directe à la conversion des systèmes de chauffage. Bref, je crois que nous avons établi les conditions nécessaires pour atteindre l'indépendance du marché mondial du pétrole d'ici 1990; avec un effort maximum, nous pourrions l'atteindre avant la fin de cette décennie.

J'aimerais maintenant revoir de façon plus détaillée quatre domaines: la conservation énergétique, l'énergie renouvelable, les carburants liquides de remplacement et le programme canadien de remplacement du pétrole, dans l'ordre cité.

La conservation de l'énergie:

Energy conservation remains a government priority. I will discuss our efforts in this area in various sectors; first in buildings, then in industry, and finally in transportation.

In the building sector, our main program is the Canadian Home Insulation Program (CHIP) under which home owners can obtain grants of up to $500 to help them cover their insulation costs. Similar programs have existed in Nova Scotia and Prince Edward Island since 1976. Under the National Energy Program, the votes assigned to this program will go up to $265 million per year so that 70 per cent of Canadian homes will have improved insulation by 1987. This energy conservation commitment will amount to about $1.8 billion over the next seven years. Discussions are now underway with

[*Texte*]

rée. C'est là un engagement à promouvoir les économies d'énergie qui représente environ 1.8 milliards de dollars répartis sur les 7 prochaines années. Des discussions sont en cours avec les provinces en vue d'apporter certaines améliorations dans l'application de ce programme.

Le gouvernement fédéral a également mis au point des techniques d'amélioration du rendement des fournaises au mazout. Les personnes qui ont investi dans l'amélioration de leurs fournaises auront droit à des indemnisations en vertu des programmes de remplacement du pétrole de l'Île-du-Prince-Édouard, de Terre-Neuve, et des Territoires grâce à notre programme accéléré d'économie d'énergie dans ces provinces. De plus, pour ce qui est des bâtiments existants, le gouvernement fédéral offre, à titre gratuit, un service de vérification informatisée du rendement énergétique des maisons, connu sous le nom d'Ener$ave, afin d'aider le consommateur à faire des investissements rentables.

To ensure that new residential buildings are built so as to be energy-efficient and not require a similar program to CHIP in future years, the national energy program contains several further initiatives.

First, effective July 1, 1981, any new residential unit for which federal government financial support or mortgage insurance is sought will have to be constructed to meet federal energy efficiency standards. Furthermore, we will ask the private mortgage insurance companies to adopt similar standards. Where possible, these standards will be as agreed with provincial governments.

Secondly, in order to promote the building of very energy-efficient homes, which use only 20 per cent of normal heat requirements, more rapidly across Canada, the federal government will provide some $6 million to design, build and bring to the attention of the public 1,000 super-efficient, low-energy residences over the new few years.

Thirdly, special energy efficiency standards will be developed and implemented for Arctic region housing.

Finally, the federal government will lead by example, and accelerate the retrofit of existing government buildings.

In the industrial sector, the outstanding achievement to date has been the implementation of a voluntary industrial conservation program under the aegis of 15 industry task forces. More important, since their formation in March, 1976 they have achieved a reduction of 13 per cent in energy use per unit of output over the 1972 base year, and have recently pledged an improvement over the 1972-85 period of at least 23 per cent.

Comme complément aux groupes de travail, nous avons mis sur pied le programme des Energiebus en vertu duquel des spécialistes se rendent sur place, dans les usines, pour aider à

[*Traduction*]

the provinces aimed at making certain improvements in the implementation of this program.

The federal government has also developed techniques to increase the efficiency of oil furnaces. Those who have invested in the improvement of their furnaces will be eligible for compensation under the Prince Edward Island, Newfoundland, and Territories oil substitution programs thanks to our accelerated energy conservation program in those provinces. Also, for buildings already in existence, the federal government offers a free computerized service to check the energy efficiency of homes, known as Ener$ave, to help consumers make profitable investments.

Afin de garantir que les nouveaux immeubles résidentiels soient construits pour donner un bon rendement énergétique, sans qu'un programme semblable au PITRC ne soit nécessaire à l'avenir, le programme national de l'énergie comprend plusieurs autres initiatives.

Premièrement, à partir du premier juillet 1981, tout immeuble résidentiel neuf pour lequel on demande une aide financière ou une assurance hypothèque du gouvernement fédéral devra être construit selon les normes fédérales de rendement énergétique. De plus, nous demanderons aux ociétés d'assurance-hypothèques privées d'adopter des normes semblables. Dans la mesure du possible, ces normes seront établies de concert avec les gouvernements provinciaux.

Deuxièmement, afin de favoriser la construction plus rapide à travers le Canada de résidences ayant une cote de rendement énergétique extrêmement élevée, c'est-à-dire n'utilisant que 20 p. 100 de l'énergie normalement requise pour le chauffage, le gouvernement fédéral fournira environ $6 millions pour concevoir, construire, et porter à l'attention du public 1,000 résidences à faible consommation d'énergie au cours des années à venir.

Troisièmement, des normes spéciales de rendement énergétique seront mises au point et appliquées aux logements de la région de l'Arctique.

Finalement, le gouvernement fédéral agira à titre d'exemple en accélérant le réaménagement des immeubles gouvernementaux existants.

Dans le secteur industriel, la réalisation la plus frappante jusqu'à maintenant a été la mise en œuvre d'un programme volontaire industriel de conservation d'énergie sous l'égide de 15 groupes de travail industriels. Ce qui est plus important, c'est qu'ils ont atteint, depuis leur formation au mois de mars 1976, une réduction d'utilisation d'énergie par unité de production de 13 p. 100 par rapport à 1972, l'année de comparaison; tout récemment, ils se sont engagés à une amélioration d'au moins 23 p. 100 entre 1972 et 1985.

To complement the task forces, we have set up the Energybus program under which experts go out in the field, to the factories, to help analyse what savings could be made through

[*Text*]

analyser les économies qui pourraient être réalisées grâce à des mesures d'économies d'énergie. Plusieurs provinces se sont procuré des Energiebus en vertu d'accords avec le gouvernement fédéral. Cette technique a en fait été adoptée en Europe et aux États-Unis.

Le programme énergétique national comprend deux autres initiatives importantes en matière d'économie d'énergie. En premier lieu, un programme national de vérification du rendement énergétique des établissements industriels et commerciaux sera mis sur pied, de concert avec les provinces.

En second lieu, une stratégie spéciale à l'intention des quatre provinces atlantiques permettra au gouvernement fédéral de verser 37 millions de dollars pour couvrir jusqu'à 50 p. 100 des coûts des mesures d'amélioration du rendement énergétique, y compris la cogénération dans les secteurs industriels où la consommation d'énergie est bien au-dessus de la moyenne nationale.

• 1545

Dans le secteur du transport, la principale initiative du gouvernement fédéral, outre nos travaux sur les combustibles de rechange dont je parlerai plus loin, est la formulation d'une loi sur les normes de consommation de carburant des véhicules. Le Canada entend établir ses propres normes à compter de 1985 en vertu des nouvelles lois.

Before leaving this vitally important area of energy conservation, there are four other initiatives of more general interest which I would like to highlight.

First, there are the federal-provincial demonstration agreements under which the federal government shares with the provinces and the private sector the costs of demonstrating promising renewable energy and conservation technologies.

Second, the federal government is sponsoring an extensive program of energy conservation research and development; $13 million will be spent by eight federal departments in the current fisal year. Under the National Energy Program, increased efficiency of energy use has been made one of the three priority areas, along with alternative liquid fuels and new energy sources, in what will be a vastly increased commitment to energy research and development.

Third, the NEP includes a proposal for a municipal energy management program to aid conservation efforts by municipal governments.

And finally, the government has developed an energy conservation information prograam which is one of the most comprehensive in the world.

J'aimerais passer maintenant aux énergies renouvelables, sujet qui est d'un intérêt particulier pour ce Comité. Au cours des trois dernières années, le gouvernement a déjà mis en œuvre un vaste ensemble de programmes visant à encourager l'utilisation d'énergies renouvelables. En 1981-1982 ces programmes occasionneront des dépenses totales d'au moins 115

[*Translation*]

energy conservation. Several provinces have acquired Energybuses through agreements with the federal government. This technique has in fact been adopted in Europe and in the United States.

The national energy program includes two other important energy conservation initiatives. First, a national program to measure the energy efficiency of commercial and industrial establishments will be set up in co-operation with the provinces.

Secondly, a special strategy directed at the four Atlantic provinces will see the federal government spend $37 million to cover up to 50 per cent of energy-efficiency improvement measures, including cogeneration in industrial sectors where energy consumption is well above the national average.

In the transportation sector, the main initiative of the federal government, apart from the replacement fuels studies I will discuss later, is the drafting of an act on vehicle fuel consumption. Canada expects to establish its own standards under new acts as of 1985.

Avant de quitter ce domaine essentiellement important de la conservation de l'énergie, j'aimerais vous donner les grandes lignes de 4 autres initiatives d'intérêt d'ordre plus général.

Premièrement, il y a les accords fédéraux-provinciaux de démonstration, selon lesquels le gouvernement fédéral partage avec les provinces et le secteur privé les coûts de démontration des technologies prometteuses d'énergie renouvelable et de conservation.

Deuxièmement, le gouvernement fédéral parraine un programme poussé de recherches et de développement en conservation énergétique; 8 ministères fédéraux dépenseront 13 millions de dollars au cours de l'année financière en cours. Dans le cadre du programme national de l'énergie, l'amélioration du rendement énergétique est devenue un des trois domaines prioritaires, avec les carburants liquides de remplacement et les nouvelles sources d'énergie, dans le cadre d'un engagement visant à accroître grandement la recherche et le développement énergétiques.

Troisièmement, le programme national de l'énergie comprend une proposition en vue d'un programme municipal de gestion d'énergie pour venir en aide aux efforts de conservation des administrations municipales.

Finalement, le gouvernement a mis au point un programme d'information sur les économies en énergie qui est parmi les plus complets du monde.

I would now like to move on to renewable energy, a subject of particular interest to this Committee. Over the past three years, the government has already implemented a wide variety of programs intended to encourage the use of renewable energy. In 1981-82, these programs will involve total expendi-

[*Texte*]

millions de dollars, montant qui augmentera substantiellement dans les années à venir.

Comme vous connaissez vous-mêmes très bien la plupart de ces programmes, je ne vous en donnerai qu'un bref résumé.

Parlons d'abord des cinq principaux programmes fédéraux relatifs aux énergies renouvelables en général.

Premièrement, comme vous le savez, il y a le Programme fédéral-provincial de démonstration dont je vous ai parlé plus tôt.

Deuxièmement, le secteur des énergies renouvelables du Programme de recherche et de développement dans le domaine de l'énergie prend de plus en plus d'importance.

Troisièmement, nous espérons qu'un grand nombre de subventions pour le remplacement du pétrole dans le secteur résidentiel serviront à installer des systèmes de chauffage utilisant des sources d'énergie renouvelable telles le bois et l'énergie solaire, et qu'une partie des fonds alloués aux réseaux de distribution iront à l'infrastructure nécessaire au chauffage au bois ou aux réseaux alimentés par des sources d'énergie renouvelables dans des localités isolées.

Quatrièmement, comme vous le savez sans doute, le gouvernement fédéral a créé une société de la Couronne, ENERTECH Canada, qui secondera les efforts faits en vue de produire commercialement des énergies renouvelables et de mettre au point des techniques d'économies d'énergie.

Cinquièmement, dans le cadre du Programme énergétique national, le gouvernement fédéral prévoit organiser et financer une démonstration des systèmes de chauffage alimentés par des sources d'énergie renouvelables et des mesures améliorées d'économie dans une localité isolée typique du Grand-Nord.

Besided these generic programs in support of renewable energy development, there are several major federal programs in place that focus on a particular renewable energy option.

I will start with biomass, which has probably the greatest potential in terms of energy supply over the near and medium terms. It is worth noting that it already contributes about 3 per cent of total energy demand, roughly equivalent to the current contribution of nuclear energy in this country. The federal programs specific to the biomass area are the Forest Industry Renewable Energy Program otherwise known as the FIRE program, and the Energy from the Forest Program, the ENFOR program.

Let me now turn to the solar energy option. Here the federal government has established a package of programs designed to increase both the solar contribution to energy supply and to launch a viable Canadian solar industry. The elements of this program package are as follows:

First, the Purchase and Use of Solar Heating Program (PUSH) program;

second, the Program of Assistance to Solar Equipment Manufacturers, the PASEM program;

[*Traduction*]

tures of at least $115 million, and substantially more in the coming years.

As you yourselves know most of these programs very well, I will just summarize them briefly.

First there are the five main federal programs dealing with renewable energy in general.

First, as you know, there is the federal-provincial demonstration program I mentioned earlier.

Secondly, the renewable energy sector of the energy research and development program is becoming increasingly important.

Thirdly, we hope that many subsidies for oil substitution in the residential sector will be used to install heating systems using renewable energy sources such as wood or solar energy; we also hope that part of the funds set aside for distribution systems will be used to create the infrastructure necessary for wood heating or for systems fueled by renewable energy sources in isolated areas.

Fourth, as you no doubt know, the federal government has created a Crown corporation, ENERTECH Canada, which will reinforce efforts towards the commercial production of renewable energy and the development of energy conservation techniques.

Fifth, in the ocntext of the national energy program, the federal government intends to organize and finance a demonstration of heating systems fueled by renewable energy sources and of improved conservation measures in a typical far north isolated region.

En plus de ces programmes génériques visant à accélérer le développement de l'énergie renouvelable, il existe toute une gamme de programmes fédéraux tout aussi importants mais bien spécifiques.

Je commencerai avec la biomasse, source qui a probablement le meilleur potentiel d'approvisionnement énergétique à court et à moyen terme. Il vaut la peine de signaler que la biomasse contribue déjà environ 3 p. 100 de la demande énergétique totale, plus ou moins équivalant à la contribution actuelle de l'énergie nucléaire au Canada. Les programmes fédéraux reliés directement au domaine de la biomasse sont le programme des énergies renouvelables dans l'industrie forestière, comme sous le nom du programme ERIF, et le programme de l'énergie forestière, le progremme ENFOR.

Passons maintenant à l'énergie solaire. Dans ce domaine, le gouvernement fédéral a mis sur pied un ensemble de programmes en vue d'augmenter la contribution de l'énergie solaire à l'approvisionnement global en énergie, et de lancer une industrie solaire canadienne rentable. Les éléments de cet ensemble de programmes sont comme suit:

Premièrement, le programme d'achat et d'utilisation d'équipement solaire, le programme AUES;

deuxièmement, le programme d'aide aux fabricants d'équipement solaire, le programme AFES;

[*Text*]

third, the Low-Energy Building Design Awards, the LEBDA program;

four, Domestic Solar Water Heating Demonstration, which is a program to promote solar commercialization through the installation of solar water heaters in 1,000 Canadian homes.

five, Tax Incentive for Commercial/Industrial Solar Heating, under which program a 50 per cent tax write-off is now allowed on solar heating equipment.

These solar programs have resulted in the maintenance of a Canadian solar industry and in the development of some promising solar products and systems. I am confident that the program initiatives that I have described will accelerate the commercialization of solar systems and lead to both a strong Canadian solar industry and a major energy contribution from solar over the longer term.

• 1500

I would like to conclude my remarks in the renewable energy area by reiterating that the federal government recognizes the large potential energy contribution from the renewable option. We have initiated programs to exploit this potential and we will expand this effort in the future.

Maintenant, passons à la question des combustibles liquides de rechange.

Je sais que le Comité s'intéresse particulièrement aux possibilités qu'offriront au Canada les combustibles de rechange au cours des deux prochaines décennies et je crois que le gouvernement fédéral a bien démontré l'intérêt qu'il porte à l'égard de ces options dans le programme énergétique national ainsi que dans un document d'étude portant sur les options en matière de combustibles liquides diffusé quelques jours avant le programme.

Vous vous rappellerez que notre programme prévoit que le Canada atteindra à l'autarcie en matière de combustibles liquides d'ici la fin de la présente décennie. Cet objectif sera réalisé grâce à la «gestion de la demande» et à la «gestion des approvisionnements». Par ailleurs, nous poursuivrons les activités que nous avons entreprises en vue d'encourager les économies d'énergie, particulièrement en ce qui a trait à l'utilisation des combustibles liquides. C'est ainsi que nous avons mis sur pied un grand programme qui vise au remplacement du pétrole par d'autres formes d'énergie, dans les secteurs autres que celui du transport, lorsque la chose se révèle possible. Par le Programme de substituts du pétrole, nous visons à réduire à 10 p. 100 d'ici 1990 la part qu'occupe le pétrole dans l'ensemble des formes d'énergie qui ne servent pas au transport.

A mesure que cette décennie avance, les approvisionnements domestiques en pétrole vont augmenter de façon significative et ce, grâce aux investissements que nous faisons aujourd'hui dans les sables bitumineux, les huiles lourdes et la récupération accélérée. Comme on le mentionne dans le programme énergétique national, ces nouveaux approvisionnements devraient remplacer nos besoins en pétrole importé avant l'année 1990.

[*Translation*]

troisièmement, le programme des immeubles à consommation réduite d'énergie, le programme ICRE;

quatrièmement, la démonstration des systèmes de chauffage de l'eau par l'énergie solaire, un programme qui favorise la commercialisation de l'énergie solaire par l'entremise de l'installation de chauffe-eaux solaires dans 1,000 résidences canadiennes;

et cinquièmement, des stimulants fiscaux pour le chauffage solaire des établissements commerciaux et industriels, programme qui permet un dégrèvement fiscal de 50 p. 100 pour les installations de chauffage solaire.

Ces programmes dans le domaine de l'énergie solaire ont permis de maintenir une industrie solaire canadienne et de développer des produits et des systèmes solaires prometteurs. Je suis confiant que ces programmes accéléreront la commercialisation des systèmes solaires et mèneront, à long terme, à une industrie de l'énergie solaire rentable et à une plus grande utilisation de cette énergie.

En conclusion, je vous rappellerai que le gouvernement fédéral reconnaît le grand potentiel énergétique des énergies renouvelables, qu'il a mis sur pied des programmes visant à exploiter ce potentiel et qu'il tentera d'intensifier les efforts dans ce domaine au cours des années à venir.

I would now like to look at the area of alternative liquid fuels.

I know the Committee has a particular interest in the potential for alternative fuels in Canada during the next two decades, and I believe that the Federal Government has made its interest in these fuel options very clear in the National Energy Program, and in a discussion paper on liquid fuel options released a few days before the NEP.

As you will recall, our program projects that Canada will be self-sufficient in liquid fuels by the end of the present decade. We are going to accomplish this goal through both "demand management" and "supply management". We will continue our activities to encourage energy conservation, particularly in the use of liquid fuels. And we have put in place a major new program to substitute other energy for oil in non-transportation uses wherever practical. Our goal in the "off-oil" program is to reduce the share of oil in non-transportation energy to 10 per cent by 1990.

Later this decade, domestic oil supplies will increase significantly as the investments we are making today in tar sands, heavy oils and enchanced recovery begin to pay-off. As described in the NEP, these new supplies should "close the gap" as far as oil imports are concerned by 1990.

[*Texte*]

C'est donc dans ce contexte qu'il faut examiner le rôle que tiendront les combustibles liquides de rechange au Canada d'ici 1990 et au-delà. J'aborde cette question parce que ce plan d'action en matière d'offre et de demande en énergie comporte d'importantes répercussions pour l'industrie du raffinage du pétrole et pour les autres industries productrices de combustibles au Canada. Au cours de la prochaine décennie, les affaires des raffineurs de pétrole ne suivront pas leurs cours normal. En effet, bien que la quantité totale de pétrole brut qui sera raffiné au Canada en 1990 ne différera pas beaucoup de la quantité actuelle, plusieurs complications se présenteront.

First of all, the trend away from all products in the non-transportation sectors; second, the increasing share of the crude oil mix supplied by synthetic crude oils and heavier oils as compared to the conventional, relatively light crude oils we produce and import today; third, the changing mix of fuels required by the transportation sector, alternatives such as alcohol fuels, propane and compressed natural gas are beginning to appear in Canada and could grow by the end of the decade to a significant contribution.

The oil refining industry in Canada recognizes these changes and has begun to adjust its processes and technology to be in harmony with the opportunities and needs of the future. The industry has been seeking direction from the federal government on its energy policies because government programs and activities launched today, and in the years to come, can substantially alter fuel supply and requirements and, therefore, the future demands on the refining industry.

In our program we have provided some answers to these questions—some indication of government direction. We have also released the discussion paper on liquid fuel options because we do not have all the answers on the best direction for many of the liquid fuel options available to Canada, and on the appropriate role of the federal government.

Il est difficile d'évaluer les possibilités qu'offrent les combustibles liquides parce que ceux-ci peuvent constituer un apport important aux économies d'énergie et à notre économie, et de différentes façons. On peut en donner quelques exemples.

—Certaines options peuvent contribuer à la réalisation de nos objectifs en matière d'économie d'énergie en permettant de transformer le pétrole en une énergie plus efficace. Les combustibles hors-spécification constituent l'une de ces options; il s'agit de combustibles, d'une qualité différente des combustibles actuels, dont l'utilisation avec le bon matériel peut être tout aussi efficace et qui sont plus faciles à produire.

—D'autres options permettraient de réduire l'exportation de produits pétroliers du Canada par la création d'un marché intérieur pour ces produits. Cela permettrait de réduire les importations de pétrole brut. Nommons à titre d'exemple les exportations de résidus de pétrole que nous avons l'intention de transformer en carburants

[*Traduction*]

This is the context that is important to the consideration of the role of alternative liquid fuels in Canada up to 1990, and beyond. I have dwelt on it here because this plan of action for energy supply and demand holds some important implications for the oil refining industry and any other fuel production industries in Canada. It won't be "business as usual" in oil refineries during the coming decade. Although the total volume of crude oil refined in Canada in 1990 will be not very much different from the volume today, there will be several complications:

La première consiste en la «dépétrolisation» des secteurs de l'énergie autres que le transport. La situation se complique du fait qu'une part croissante du mélange de pétrole brut provient de brut synthétique et de pétroles plus lourds, par rapport au pétrole brut relativement léger que nous produisons et importons actuellement. A l'intérieur même de cette part croissante qu'occupent les carburants, le mélange des combustibles requis change rapidement.

Au Canada, l'industrie du raffinage du pétrole reconnaît la nécessité de ces changements et a déjà commencé à adapter ses procédés et ses technologies en fonction des possibilités et des besoins de demain. L'industrie cherche à connaître l'orientation que donnera le gouvernement fédéral à sa politique de l'énergie, car les activités et les programmes du gouvernement, aujourd'hui et dans les années à venir, peuvent modifier substantiellement les approvisionnements et les besoins en combustibles et, par conséquent, la demande à laquelle l'industrie du raffinage devra satisfaire.

Dans le Programme national de l'énergie, nous avons fourni quelques réponses à ces questions, une certaine indication de l'orientation gouvernementale. Nous avons rendu public le document intitulé «Documentation sur les options en matière de combustibles liquides» parce que nous ne pouvons pas encore répondre à toutes les questions que posent d'abord le choix d'une orientation vis-à-vis des nombreuses options qui s'offrent au Canada en matière de combustibles liquides et du rôle que le gouvernement fédéral devrait jouer.

The assessment of liquid fuel options is difficult because they can contribute to energy and our economy and our economy in many important ways. Let me give some examples:

—Some options can contribute to our energy conservation goals, because they permit more energy-efficient oil refining. One such option is off-specification fuels—fuels of a different quality from today's fuels, which may be just as effective in use with the right equipment, but are easier to produce.

—Some options might reduce oil product exports from Canada by creating a domestic market for these products. This reduces the amount of crude oil we have to import. Two examples are residual oil exports, which we intend to upgrade into transport fuels for Canadian

[*Text*]

à l'usage des Canadiens et les exportations de propane que nous dirigeons vers plusieurs marchés intérieurs, y compris celui du transport.

• 1555

—Certaines options pourraient permettre d'avancer le jour de l'autarcie du Canada en matière d'énergie en apportant de nouvelles sources d'approvisionnement en combustibles liquides et, peut-être, de nouvelles techniques appropriées à ces combustibles. Ainsi, les combustibles à base d'alcool et le méthane comprimé pourraient permettre une meilleure utilisation du charbon, du gaz naturel et de la biomasse en matière de combustibles d'ici 1990, si nous sommes prêts à transformer les véhicules comme il conviendra.

—Après 1990, d'autres formes de combustibles comme les liquides tirés du charbon et l'essence artificielle provenant de diverses sources constitueront de grandes options obligatoires pour le Canada, des options que nous devrions rendre sûres et laisser ouvertes en raison de l'incertitude et du danger qui entourent toute stratégie unilatérale d'approvisionnements en énergie dans notre monde d'aujourd'hui.

—Un certain nombre de ces options présentent un intérêt particulier pour le Canada parce qu'elles permettent d'éloigner la production des combustibles liquides des parties du Canada qui subissent déjà l'énorme pression de la mise en valeur du pétrole. En effet, les réserves de charbon et la biomasse sont beaucoup plus largement dispersées au Canada que ne le sont les réserves de pétrole.

—Les combustibles liquides de rechange pourraient même devenir d'intéressants produits de commerce pour le Canada. Nous avons déjà indiqué, dans le document de travail sur le charbon que j'ai fait diffuser en septembre, que nous pourrions étudier les propositions d'autres pays concernant un apport de technologie et de capitaux qui permettraient la mise en valeur de certaines ressources canadiennes en échange d'une partie de la production des combustibles liquides.

With such a change of potential benefits from pursuing liquid fuel options, the government is moving aggressively to secure these options and to encourage commercial activities where appropriate. There are four strategies we are pursuing. The first is increasing support for research and development. The second is the demonstration of more advanced technologies in co-operation with industry and, in many cases, with provincial governments. The third is regulatory; the government has a responsibility to ensure that new fuels meet the same high standards of quality and safety that we expect from conventional fuel and vehicle performance. The fourth is to provide incentives to fuel producers and consumers for selected options which are mature enough for commercial development but need special encouragement to attract investment capital. We are moving in this direction with propane fuelled vehicles, and, under the NEP, grants will be provided to commercial fleet operators who convert vehicles from gasoline to propane.

[*Translation*]

use, and propane exports; which we are directing into several domestic markets, including transportation.

—Some options could accelerate the date of oil self-sufficiency in Canada by providing new sources of liquid fuel supply, and possibly new technology appropriate to these fuels. Both alcohol fuels and compressed methane offer possible fuel contributions from coal, natural gas and biomass by 1990 if we are prepared to convert vehicles appropriately.

—Beyond 1990, other fuels such as coal liquids and artificial gasoline from a variety of sources represent major contingency options for Canada, options we should secure and keep open because of the uncertainty and risk that attend any single-minded energy supply strategy in today's world.

—A number of fuel options are particularly attractive to Canada because they permit some dispersion of liquid fuel production activities away from parts of the country that are under tremendous pressure from oil development. Coal and biomass are more widely dispersed in Canada than oil reserves.

—Alternative liquid fuels might even grow into an attractive trade opportunity for Canada. We have already indicated in the Discussion Paper on Coal that I released in September that we might be receptive to proposals from other countries to contribute technology and capital to the development of certain product.

Ces options en matière de combustibles offrant un tel éventail d'avantages, il va de soi que le gouvernement s'empresse de les réaliser et de stimuler les activités commerciales lorsqu'il le faut. Nous poursuivons quatre stratégies. La première porte sur la recherche et le développement. La deuxième stratégie consiste en la démonstration des techniques de pointe, avec la collaboration de l'industrie et, dans bien des cas, des administrations provinciales. La troisième stratégie tient au domaine de la réglementation. En effet, il incombe au gouvernement d'assurer que les nouveaux combustibles offrent aux Canadiens le même niveau élevé de qualité et de sécurité que celui qu'ils connaissent dans le combustible et les véhicules actuels. Quant à la quatrième stratégie, elle consiste à offrir aux producteurs et aux consommateurs de combustibles des mesures qui les encouragent à choisir des options déterminées prêtes au développement commercial, mais qui ont besoin d'une aide spéciale pour s'établir à l'échelle nécessaire pour attirer les

[*Texte*]

We are certain that a balanced approach to the alternatively good fuels within these four strategies will furnish them to Canadians in an ordered and timely fashion within the next 20 years and will provide the direction needed by the fuels and vehicles industries in Canada to respond to the challenges of this important period.

The last area I would like to cover is the Canadian oil substitution program. It is the cornerstone of the massive effort proposed by the national energy program to reduce our dependence on imported oil over the course of the 1980's. Our goal is to reduce the use of oil in each of the residential, commercial and industrial sectors in every province to no more than 10 per cent of the total energy used in those sectors by 1990. We are trying to make the biggest contribution to this goal through the oil substitution or "off oil" program which will provide homeowners with grants for half the cost of converting their heating systems from heating oil to other energy sources, up to a maximum of $800. As with the Canadian Home Insulation Program, these grants will be included in income for tax purposes.

Our hope is that, wherever possible, the conversion program will apply equally to natural gas, electricity, propane and renewable sources such as wood and solar. This is a very important feature and has the result that the grants will be neutral between various energy sources. Homeowners and businesses will make their own judgments as to which alternative best suits their circumstances.

Dès le début, le programme a été doté de mesures spéciales pour Terre-Neuve, l'Île-du-Prince-Édouard et les Territoires, régions qui ne pourront pas s'approvisionner au gaz naturel dans un avenir rapproché.

En Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick, le pétrole sert à produire une bonne partie de l'électricité qui alimente les résidences, ce qui peut poser des problèmes qand il s'agit de justifier la conversion du mazout à l'électricité. Nous débattons actuellement la question avec ces provinces.

• 1600

En plus d'appliquer le programme de conversion, qui constitue la principale mesure d'encouragement en vue de remplacer le pétrole, nous engagerons une contribution importante dans l'expansion des réseaux de distribution de gaz naturel et d'électricité et d'autres systèmes, notamment pour l'alimentation en énergies renouvelables des agglomérations isolées. Nous nous proposons d'utiliser ces fonds pour financer des travaux d'expansion qui n'auraient fort probablement pas lieu

[*Traduction*]

investissements. C'est d'ailleurs ce qui se fait dans le cas des véhicules mus au propane, comme je l'ai mentionné plus tôt, et en vertu du Programme national de l'énergie, nous donnerons des subventions aux propriétaires de véhicules utilitaires qui convertissent de l'essence au propane. Nous sommes certains qu'en dosant bien ces quatres stratégies, nous pourrons fournir aux Canadiens des combustibles liquides de rechange, dans l'offre voulu et au moment propice au cours des prochaines 20 années, et que nous pourrons donner aux industries des combustibles et des véhicules du Canada l'orientation dont ils ont besoin pour répondre au défi de cette importante période.

La dernière question que je vais aborder est celle du Programme canadien des substituts du pétrole. Il constitue la pierre angulaire de l'effort magistral qui est proposé dans le Programme national de l'énergie en vue de réduire notre dépendance à l'égard du pétrole importé au cours des années 80. Nous avons pour objectif de réduire la consommation de pétrole dans les secteurs résidentiel, commercial et industriel de chacune des provinces jusqu'à ce qu'elle atteigne au plus 10 p. 100 de l'énergie totale consommée dans ces secteurs, d'ici 1990. A cet effet, notre effort le plus important sera le remplacement du pétrole ou programme des substituts du pétrole, qui permettra de donner aux propriétaires de maisons des subventions leur permettant de payer la moitié du coût, jusqu'à concurrence de $800, de la transformation de leur système de chauffage au mazout en un système alimenté par une autre forme d'énergie. Ces subventions s'ajouteront toutefois au revenu du propriétaire aux fins d'impôt, comme c'est déjà le cas pour le programme d'isolation thermique des maisons.

Nous espérons donc que, partout où cela sera possible, le programme de conversion s'appliquera également au gaz naturel, à l'électricité, au propane et aux énergies renouvelables comme le bois et le solaire. Cet élément est très important et a pour conséquence que les subventions seront neutres, quant aux choix de diverses sources d'énergie. Il reviendra donc aux propriétaires de maisons et aux commerçants de juger par eux-mêmes de la source d'énergie qui leur convient le mieux.

From the start, the program is building in special measures in Newfoundland, Prince Edward Island, and the Territories, which have no early prospect of access to natural gas.

In Nova Scotia and New Brunswick, much of the electricity going into homes is generated from oil, and this presents difficulties in justifying conversions from heating oil to electricity. We are discussing this problem now with these provinces.

Beside the implementation of the conversion program, which is the principal means to encourage the substitution of oil, considerable amounts will be committed for the expansion of natural gas and electricity distribution networth, as well as other systems, in order to supply isolated communities with renewable energies. We intend to use these moneys to finance expansion projects which would probably not have gone ahead under normal circumstances. En résumé, les programmes fédé-

[*Text*]

dans des circonstances normales. In summary, the already successful federal government programs in the area of conservation and renewable energy will, under the new energy program, be expanded considerably. The table on page 90 of the national energy program, which you have with you I assume, shows the emphasis placed on oil substitution and conservation and renewable energy initiatives with a commitment to incremental new expenditures of some $3 billion over the 1980-1983 interval.

This increased expenditure will cover a number of new programs and an extension of some of the most successful of our present programs, many with an emphasis on reduced oil consumption. In addition, to complement the emphasis on off-oil, a new area of alternative liquid fuels research, development and demonstration has been included. It is expected that these increased commitments will result in much improved efficiency of energy use in all sectors, an accelerated penetration of renewables and alternative energy sources into the energy markets, and a reduced dependence on oil for supplying our energy needs.

Finally, we shall look forward with interest to the findings of this committee. Your detailed work and extensive hearings should assist the government in the identification of those alternative energy sources and technologies which can help reduce our national dependence on oil and establish a secure energy future for all Canadians.

I thank you, Mr. Chairman, for your patience and members of the committee. If I may excused for a few minutes, I will indeed go and pay my respects to His Excellency Jules Léger. Dr. Whitham will be available with his colleagues to answer any questions and I will be back in a few minutes.

The Chairman: Thank you very much. Our first questioner is Mr. Gurbin followed by Mr. Rose and Mr. Portelance.

Mr. Gurbin: Mr. Chairman, I would like to move that we adopt the Minister's statement as part of our regular minutes, so that we can have it included in the regular minutes of our meetings.

The Chairman: Yes.

Mr. Gurbin: Right now I would prefer to address my questions to the Minister, but I am not sure what the procedure will be here. I have some questions that his assistants might help us with, some technical questions, but the bulk of my questions are for the Minister. What I would really like to do, to tell you the truth, is come back later or have a recess depending on how long the minister is going to be away, because I think lot of things are going to come up that the Minister would like to be aware of.

Mr. Chairman: Yes. I would like to go back to your motion first that we include as an Appendix to our Minutes of Proceedings of today's meeting the complete statement as supplied to the committee by the Minister. I agree with you that some parts were not read into the record, and perhaps it would be a good idea to have it in complete form. Is that agreed?

[*Translation*]

raux en matière d'économie d'énergie et des énergies renouvelables, programmes qui ont déjà donné d'excellents résultats jusqu'à présent, serons sensiblement accrus grâce au nouveau programme énergétique. Le tableau figurant à la page 90 du programme énergétique national souligne l'importance que nous attachons à la substitution du pétrole, aux mesures d'économie et aux initiatives dans le domaine des énergies renouvelables, $3 milliards supplémentaires devant être affectés à cette fin au cours de la période 1980 à 1983.

Ces dépenses accrues s'appliqueront à plusieurs programmes nouveaux ainsi qu'à la prorogation de certains de nos programmes actuels les plus réussis, lesquels s'attachent essentiellement à réduire la consommation de pétrole. Nous avons en outre prévu un nouveau programme de recherche, de développement et de démonstration dans le domaine des combustibles liquides de substitution pour renforcer l'effort général de substitution du pétrole. Nous nous attendons à ce que ces engagements financiers accrus se traduisent par une utilisation beaucoup plus efficace de l'énergie dans tous les secteurs, par une pénétration accélérée des énergies renouvelables et de substitution sur le marché énergétique, et par une baisse de notre dépendance vis-à-vis du pétrole.

Nous sommes curieux de voir quelle seront les conclusions des travaux du Comité. Votre travail assidu et vos nombreuses audiences devraient aider le gouvernement à trouver les énergies de substitution et les technologies susceptibles de réduire notre consommation de pétrole et d'assurer un avenir énergétique sûr pour tous les Canadiens.

Je vous remercie tous de votre patience. Si vous le permettez, je vais aller m'incliner devant la dépouille de Son excellence M. Jules Léger. Monsieur Whitam et ses collègues pourront répondre à vos questions. Je serai de retour très bientôt.

Le président: Merci beaucoup. La parole est à M. Gurbin suivi par MM. Rose et Portelance.

M. Gurbin: Je propose que la déclaration du ministre figure dans le compte rendu de notre réunion.

Le président: Oui.

M. Gurbin: Je voulais en principe poser quelques questions au ministre. Ses adjoints pourront sans doute répondre aux questions techniques que j'ai à poser. Je pense que la meilleure chose à faire, c'est d'interrompre la séance en attendant que le ministre revienne, car je suis sûr qu'il tient à assister au déroulement de notre séance.

Le président: Commençons par votre motion ayant pour objet d'annexer la déclaration du ministre au compte rendu de la réunion d'aujourd'hui. Vu que le ministre n'a pas lu certains paragraphes du texte, il serait souhaitable que le texte entier soit imprimé en annexe. Vous êtes d'accord?

[*Texte*]

Motion agreed to.

The Chairman: Now, your second question, Dr. Gurbin, if I could make a suggestion to you concerning those questions that are of a technical nature and do not necessarily touch policy, perhaps you could take advantage of the presence of the Assistant Deputy Minister, Mr. Whitham, and also Mr. Ian Efford, and pose those questions right now, and we will reserve your right to come back as soon as the Minister reappears before the committee in about fifteen minutes.

Mr. Gurbin: All right; that should be fine. My first question—I have heard it said several times—and I think the basic question is what are we still trying to negotiate with the provincial governments in order to allow our retrofitting program for oil furnaces? It cannot be adopted for several reasons, and one of them, if I am correct, is that we still have to negotiate something with the provinces, and I cannot understand what that is.

Dr. K. Whitham (Assistant Deputy Minister, Conservation and non-Petroleum Branch): Mr. Gurbin may I respond?

Mr. Gurbin: Sure, please.

Mr. Whitham: Mr. Chairman, could we ask Mr. Marriott, the official who is in charge of the Canada power substitution program, to come to the table? He is the official who has direct responsibility, and he can answer your specific questions on the state of the negotiations with the provinces.

• 1605

The Chairman: Would Mr. Marriott come forward to the table, please?

Mr. Gurbin: Just while he is coming, the second part of that question really is again on some of the details of that program. It is an interesting program and one I and my party support. There are some very real questions about it, on the actual amounts, the figures that were used and how they were arrived at; how the program is going to be implemented, with specific reference to the rate of use of the available moneys—that is, whether we can use some portion of them this year and then maybe if we have not used up the full credit we could have, we can use it again in the coming year. I think there is a particular aspect of that which should be considered, and that is with gas furnace conversions, with the actual burner itself being able maybe to be changed this year and new advances in furnaces being expected in the next year or two, allowing us to make full conversions in the coming years. That is the kind of thing I think we are interested in looking at.

The other part of it is the percentage portion we have to replace before we can qualify for that. If a person has an oil furnace, how much does he have to replace before he can take advantage of that option? If he puts in a wall heater for electricity and uses only half the amount of oil he regularly uses, is that going to be incorporated in the entire scene? Those are basically the kinds of questions I would like to see addressed.

The other interesting part about it, too—and I am not sure whether this is what we are negotiating with the provinces or

[*Traduction*]

La motion est adoptée.

Le président: Pour ce qui est de votre deuxième question, monsieur Gurbin, je propose que vous posiez vos questions techniques à M. Whitham, le sous-ministre adjoint ainsi qu'à M. Ian Efford; lorsque le ministre sera de retour dans une quinzaine de minutes, vous pourrez lui poser des questions d'ordre plus général.

M. Gurbin: Parfait. Je voudrais savoir si les négociations se poursuivent avec les autorités provinciales relativement au programme de conversion des chaudières ou «fournaises» fonctionnant au mazout. Il paraît qu'un des obstacles à l'adoption du programme serait justement les négociations à ce sujet avec les provinces.

M. K. Whitham (sous-ministre adjoint, Direction de la conservation et des produits non pétroliers): Vous permettez que je vous réponde, monsieur Gurbin?

M. Gurbin: Je vous en prie.

M. Whitham: Monsieur le président, puis-je demander à M. Marriott, chargé du programme de substitution énergétique, de prendre place à la table. C'est lui qui est chargé de ce programme et il est donc parfaitement à même de répondre à vos questions concernant les négociations avec les provinces.

Le président: Veuillez prendre place à la table, monsieur Marriott.

M. Gurbin: En attendant, je voudrais aussi poser une question concernant les détails de ce programme qui est intéressant d'ailleurs et qui est appuyé par mon parti. Je voudrais savoir notamment comment vous avez obtenu les chiffres cités et aussi comment vous comptez utiliser les crédits affectés à ce programme; ainsi si les montants qui en principe devraient être utilisés cette année, ne sont pas épuisés, pourraient-ils être reportés l'an prochain. En ce qui concerne la conversion au gaz plus particulièrement, est-ce que vous envisagez d'installer le nouveau brûleur cette année, une conversion complète étant remise à plus tard lorsque les nouveaux progrès techniques auront été réalisés d'ici 1 an ou 2. Voilà donc ce qui m'intéresse.

Je voudrais, d'autre part, savoir dans quelle mesure les chaudières à mazout doivent être remplacées pour donner droit au remboursement. Si l'installation d'une chauffrette électrique permet de réduire de moitié la consommation de mazout, cela donne-t-il droit à un remboursement au titre de ce programme?

Par ailleurs, je voudrais savoir si quelque chose a été prévu pour encourager les personnes habitant dans des logements

[*Text*]

not—is whether or not there is any option in there to try to encourage people who are renting, renting either whole homes or apartments, to get off it, because there is no stimulus, certainly no economic stimulus, for people who are stuck with a home they are renting to change the furnace, or for the owner to have to change it if the renters are in fact paying for the heat on a monthly basis. So if you could answer that series of questions on that topic, I would appreciate it.

Mr. Charles W. Marriott (Director General, Natural Gas, Department of Energy, Mines and Resources): Your first question, I understand, was on the size of the grant; why the $800 was selected, and the half grant up to a maximum of $800.

Mr. Rose: The other part of it, on a supplementary, was why now, when increased-efficiency furnaces are on our doorstep?

The Chairman: Is this a supplementary, Mr. Rose?

Mr. Rose: No, it is an explanation.

An hon. Member: An interpretation.

Mr. Rose: An interpretation. There were a lot of questions wrapped up in that one.

Mr. Marriott: Let me try to answer, and any I miss you can come back to.

First of all the $800, the size of the grant. You can see what the problem was there in the design of the program. It was in the first place to encourage people to convert while at the same time keeping over-all program costs down to a level that was reasonable and not providing so much money that you would end up with a considerable amount of abuse in the program in the form of inflation of costs. The $800 was struck, and the 50 per cent allowable, as being a compromise which would try to reach all those objectives. I think we felt that $1,600 total conversion would probably cover the bulk of the conversions that would take place, and therefore that is essentially where the $800 came from. But generally speaking, as I say, it was an attempt to meet the trade-off of encouraging people to convert, not leading to too much inflaton or abuse in raising the costs of conversion and still keeping over-all program costs within manageable levels.

You have raised the question of gas furnaces and why now. As you know, the program is not directed solely at natural gas. It is neutral. We know more efficient furnaces will be coming on. At the same time, our feeling is that there are still strong benefits for the country as a whole to move to conversions now. We understand that these furnaces will be more expensive. We are not persuaded, at the present time, that consumers are necessarily going to be better off by waiting, because they will have to balance their savings now and the higher capital costs later against the fuel efficiency savings that they will get later.

• 1610

Mr. Gurbin: The real point there is, will it be allowable? It makes sense to me technically just to replace the burner and then wait to replace the whole furnace until we get . . .

[*Translation*]

loués, que ce soient des maisons ou des appartements, à convertir leur chauffage au gaz? J'ai l'impression que les locataires pas plus que les propriétaires dans les immeubles locatifs n'auront d'intérêt à convertir les installations au gaz tant que les locataires paient le chauffage tous les mois. Voulez-vous répondre à toutes ces questions?

M. Charles W. Marriott (directeur général, Gaz naturel, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources): Votre première question porte sur le montant de la subvention et notamment comment nous avons fixé le chiffre maximum de $800.

M. Rose: On vous a également demandé pourquoi cette mesure a été prise maintenant alors que des chaudières plus efficaces devraient être mises au point incessamment.

Le président: C'est une question supplémentaire, monsieur Rose?

M. Rose: Non. Simplement une explication.

Une voix: Une interprétation.

M. Rose: Oui une interprétation, vue que la question comporte toute une série de questions secondaires.

M. Marriott: Je vais essayer de vous répondre.

Pour ce qui est des $800 prévus pour la subvention, notre objectif était, tout en encourageant les gens à convertir leur chauffage au gaz naturel, de réduire néanmoins les coûts du programme à un niveau raisonnable et aussi à ne pas encourager les abus en offrant trop. Nous avons décidé, en contribuant une subvention se montant à 50 p. 100 des frais avec un maximum de $800, que cela répondrait au mieux aux objectifs que nous nous sommes fixés. Une conversion totale nous revenant à environ $1600, nous avons donc fixé la subvention à $800. Il s'agissait donc à la fois d'encourager les conversions, tout en réduisant au minimum les abus et la hausse des prix provoqués par la brusque multiplication des travaux de conversion et bien entendu de garder les dépenses du programme dans des limites raisonnables.

Vous avez demandé pourquoi on introduit ce programme justement maintenant. Vous savez que ce programme ne s'applique pas exclusivement au gaz naturel. Nous savons que des chaudières plus perfectionnées seront mises au point dans un proche avenir. Nous estimons néanmoins qu'une conversion générale dès maintenant devrait pleinement se justifier au plan économique. Il paraît que les nouvelles chaudières seront plus coûteuses. Il n'est pas certain que les usagers aient intérêt à attendre, car il faudra tenir compte d'une part des économies qu'on peut réaliser d'ores et déjà, comparées au coût accru des nouvelles chaudières et de leur meilleure efficacité.

M. Gurbin: Il me semble que, du point de vue technique, il serait logique de remplacer le brûleur maintenant et d'attendre la mise au point des nouvelles chaudières pour remplacer les anciennes. Mais est-ce permis?

[*Texte*]

Mr. Marriott: That is allowable. It is our intent to allow people to put in a burner now and, say, put in a chimney liner . . .

Mr. Gurbin: Next year.

Mr. Marriott: They could put that in right now, and use up only part of their grant . . .

Mr. Gurbin: Yes, that is the real question.

Mr. Marriott: . . . and then two years from now convert the whole furnace and pick up the rest of the grant. That will be allowable.

Mr. Gurbin: That is a good answer, as far as I am concerned.

What percentage, if any, are you going to allow—this was in the series of questions before—for partial conversion, partial substitutions?

Mr. Marriott: I am sorry, what percentage of oil displaced, is it you are asking?

Mr. Gurbin: Yes. If you have an oil furnace and you are only bringing in a replacement, say a wood burning stove . . .

Mr. Marriott: The answer to that is 50 percent, with respect to all alternatives except for solar, where the amount that must be displaced is one third.

Mr. Gurbin: Only 30 percent.

Mr. Marriott: That is right.

Mr. Gurbin: So you can deduct that, for 50 percent of what your cost is, as long as you replace 30 percent of the oil that you used the year before.

Mr. Marriott: Right.

Mr. Gurbin: Okay. What about if next year I replace another 30 percent?

Mr. Marriott: Let us take a specific example. Suppose you are on oil right now and you put in a solar system that displaces 40 percent of your energy and costs you $400, on which you would get a $200 grant, and suppose you keep your oil as a backup. If, two years from now, you put in a gas furnace it will cost you $1,600; then you still have $600 of your grant left, you could make use of $600.

Mr. Gurbin: Okay, that is very good. What about the renters, is there any question about them? There is another group too which really is an important one, and that is people who do not have oil furnaces now but have all the other problems. Somehow they seem to be not getting the same sort of breaks. They do not have the same problem as with oil, I grant you that, but maybe they have an old broken-down house that could be fixed up, somehow, to be more efficient.

Mr. Marriott: Let me say that this program is directed just at conversions. We are not going to look behind it and say, for example, what is the landlord doing or what is a renter doing. It is available to renters, it is available to landlords, but we are not building in any restrictions.

Mr. Whitham: Dr. Gurbin, could I make a further comment on that particular matter? In areas of the country where gas

[*Traduction*]

M. Marriott: Oui, c'est permis. Ainsi, on peut faire dès maintenant installer un nouveau brûleur et garnir la cheminée de briques réfractaires.

M. Gurbin: Ou l'an prochain.

M. Marriott: On peut effectuer tous ces travaux maintenant et utiliser une partie de la subvention seulement.

M. Gurbin: Voilà justement ce que je voulais savoir.

M. Marriott: Pour ensuite transformer la chaudière complètement dans deux ans et toucher le solde de la subvention. Tout cela est permis.

M. Gurbin: Parfait.

Quel pourcentage est autorisé pour une conversion partielle?

M. Marriott: Vous voulez dire quel pourcentage de mazout remplacé par le gaz?

M. Gurbin: C'est bien cela. Supposons qu'une chaudière au mazout est remplacée par un poêle à bois.

M. Marriott: Cinquante pour cent pour toutes les énergies de substitution sauf l'énergie solaire où un tiers doit être remplacé.

M. Gurbin: Trente pour cent seulement?

M. Marriott: C'est exact.

M. Gurbin: On peut donc déduire 50 p. 100 des coûts à condition de réduire de 30 p. 100 la consommation de mazout par rapport à celle de l'an dernier.

M. Marriott: C'est bien cela.

M. Gurbin: Qu'est-ce qui arrive si l'an prochain nous substituons encore 30 p. 100?

M. Marriott: Prenons un exemple. Supposons que vous chauffez au mazout et que vous fassiez installer un chauffage solaire qui permet de réduire la consommation de mazout de 40 p. 100. Si cette installation solaire revient à $400, vous touchez une subvention de $200. Vous gardez toujours votre chaudière à mazout pour compléter le chauffage. Si d'ici deux ans vous remplacez cette chaudière par une chaudière au gaz, cela vous reviendrait à $1,600; vous auriez dans ce cas droit aux $600 de subvention restants.

M. Gurbin: Parfait. Quelque chose a-t-il été prévu pour les locataires? Il y a aussi le problème des personnes qui, se chauffant déjà au gaz, ont néanmoins toutes sortes d'autres problèmes comme, par exemple, le fait qu'elles habitent dans une vieille maison délabrée qu'il est difficile de chauffer; or, ces personnes n'ont droit à rien dans le cadre de ce programme.

M. Marriott: Ce programme est destiné exclusivement à encourager la conversion. Les propriétaires aussi bien que les locataires peuvent s'en prévaloir, sans restriction aucune.

M. Whitham: Dans les régions du pays qui ne seront pas approvisionnées en gaz naturel dans un proche avenir, telles

[*Text*]

will not be available in the short term—in Prince Edward Island, Newfoundland and the territories . . .

Mr. Gurbin: Yes, I know that.

Mr. Whitham: . . . the program is proposing, as we sometimes call it, to "superchip", to produce an option that is an improvement on the current CHIP program. Furthermore, the current CHIP program is a national program, it is available quite independently of the conversion program, of the off-oil program.

Mr. Gurbin: I think the first question I had was not really addressed, the question of, what are we still waiting for as far as negotiations with the provinces are concerned. We have told people that from October 31 they can go ahead and do the things and keep their receipts and they will be honoured, but what are we waiting for, as far as opening the whole program up with the provinces is concerned?

Mr. Marriott: The kinds of questions I was answering earlier we have more or less resolved, and we intend to make a public statement getting those out. What we are waiting for, though, are some questions regarding specific fuels in certain provinces. To give you an example, it is not clear yet whether propane will or will not be an allowable conversion in the maritime provinces, because at the moment all the marginal propane there is oil-based. However, there is a possibility that gas-based propane could be brought in from western Canada in which case that would be eligible. That is the kind of question that is still under discussion.

Mr. Gurbin: And that is mainly with Ontario, or with all the provinces?

Mr. Marriott: The discussions are going on now with all provinces.

• 1615

The Chairman: I think Mr. MacBain has a supplementary, Mr. Gurbin.

Mr. MacBain: It is not a supplementary. I will wait until he is finished.

Mr. Gurbin: I will back away and wait for Mr. Lalonde, if you like.

Mr. MacBain: Before Mr. Lalonde comes, I have one question.

The Chairman: Mr. Rose is next, followed by Mr. Portelance and then yourself. Mr. Rose.

Mr. Rose: Just following along that line, again, I prefer to speak with the minister. We have had a number of reports and there are technical questions to which the minister can refer; but there are a number of things we really would like to discuss with the minister and we are disappointed that he is not here, although we understand the reason he is not here.

The Chairman: Do you want to pass for now, Mr. Rose?

Mr. Rose: I would like a supplementary on this business I am not clear about, or maybe I was not paying attention. I do not understand how renters in apartment buildings can take advantage of this conversion grant of up to $800. Lots of

[*Translation*]

l'Île-du-Prince-Édouard, Terre-Neuve et les Territoires du Nord-Ouest . . .

M. Gurbin: Oui, je sais.

M. Whitham: Pour ces régions, donc, nous comptons améliorer l'application du programme d'isolation thermique des logements. D'ailleurs ce programme est appliqué à l'échelon national et on peut s'en prévaloir indépendamment du programme de conversion.

M. Gurbin: Vous n'avez toujours pas répondu à ma question concernant l'avancement des négociations avec les provinces. On nous dit qu'on peut y aller pour les travaux de conversion à partir du 31 octobre et que si on garde tous nos reçus, on sera remboursé. Qu'est-ce que vous attendez pour discuter de ce programme avec les autorités provinciales?

M. Marriott: La plupart des questions que j'ai évoquées ce matin ont été réglées et un communiqué sera publié à ce sujet. Nous négocions encore avec certaines provinces des questions se rapportant à tel ou tel combustible. Ainsi, on n'a pas encore décidé si la conversion au propane donnera droit à une subvention dans les provinces Maritimes, étant donné qu'actuellement, le propane utilisé dans cette région est fabriqué à partir de pétrole. Si l'on parvenait à faire venir de l'Ouest du Canada du propane fabriqué à partir de gaz, ce type de conversion deviendrait admissible. Voilà donc le type de questions qui n'ont pas encore été réglées et au sujet desquelles les discussions se poursuivent.

M. Gurbin: Ces discussions se poursuivent-elles essentiellement avec l'Ontario ou avec toutes les provinces?

M. Marriott: Avec toutes les provinces.

Le président: Monsieur MacBain voudrait poser une question supplémentaire.

M. MacBain: Il ne s'agit pas d'une question supplémentaire et j'attendrai donc que monsieur Gurbin ait terminé.

M. Gurbin: J'attendrai quant à moi que monsieur Lalonde soit de retour.

M. MacBain: Je voudrais poser une question avant que monsieur Lalonde revienne.

Le président: La parole est à monsieur Rose et ensuite à messieurs Portelance et MacBain.

M. Rose: Moi aussi, je préfère poser ma question directement au ministre. Il nous a soumis toute une série de rapports qui contiennent bien entendu des questions d'ordre technique. Mais je tiens à discuter avec le ministre, je regrette qu'il ne soit pas là bien que je comprenne la raison de son absence.

Le président: Vous cédez votre tour, monsieur Rose?

M. Rose: Je voudrais poser une question supplémentaire suite aux questions posées par monsieur Gurbin. Je ne vois pas comment des locataires habitant dans des immeubles à appartements peuvent se prévaloir de la subvention de conversion de

[*Texte*]

people who are tenants do not live in single-family dwellings. It seems to me they are a group that is overlooked under this program, unless I am wrong about it.

Mr. Marriott: Let us again pick the specific example of a 100-unit apartment building that is centrally heated. At the moment, the only grant that is available there would be to the owner of the apartment and there would be a ceiling of $800, so I would grant you that the incentive is hardly going to be the motivating factor.

Mr. Rose: Nor would it be passed on, presumably, even if it were an incentive.

Mr. Marriott: Right. But what the landlord will have to consider in those kinds of situations is the alternative cost, and there is an expectation that the relative cost of gas or, in many cases, electricity to oil may be a sufficient motivation.

Mr. Rose: It was mentioned in the brief that the biomass is contributing about three per cent of the energy in Canada now, or about equivalent to nuclear. Could you indicate to me the amount of investment we are prepared to give to biomass as compared to nuclear in the next three years? My guess is that it is about three to one for nuclear, maybe worse; or better, depending upon your point of view.

Mr. Whitham: Mr. Chairman, may I ask for clarification? Are you talking about the investment in the development of the source?

Mr. Rose: No. If we got into that, that would be another whole ball game. I have not even considered that; just your roughly $160 million R&D budget. I think you have added a bit more in this next budget; t has gone up by $100 million. About $106 million is for nuke, right? So the bulk of it is going to nuke. Then you talk about biomass and you say it is equivalent to the contribution of nuclear—now, already. So how much are you supporting the sort of soft path approach as opposed to the nuclear or the big installation? I think that shows where your priorities are in terms of investment.

That is leaving out all the promotion of CANDU and AECL and all that stuff. That is my problem with this whole thing generally.

Mr. Whitham: Mr. Rose, I can get you more exact numbers, but in general present expenditures under Energy R&D are dominated, as you have said, by the nuclear expenditures. Those are the expenditures to maintain the present AECL laboratory facilities at Chalk River and Whiteshell, and to conduct a variety of R&D, such as radioactive waste fuel R&D.

Mr. Rose: A waste disposal system?

Mr. Whitham: Waste disposal funds.

Mr. Rose: How much of that are we investing in hunting for a way to get rid of that stuff?

Mr. Whitham: I believe we are investing, sir, approximately $12 million to $16 million in the current fiscal year on that specific Energy R&D operation. It is in the range of $12 million to $16 million.

[*Traduction*]

$800. En effet, de nombreux locataires habitent dans des appartements et non pas dans des maisons unifamiliales. Est-ce que vous auriez négligé ce groupe?

M. Marriott: Prenons l'exemple d'un immeuble de 100 appartements ayant un chauffage central. Seul le propriétaire de l'immeuble pourrait se prévaloir de la subvention de $800, ce qui je le reconnais est trop peu en l'occurrence.

M. Rose: Même si c'était suffisant, les propriétaires n'en feraient pas profiter les locataires.

M. Marriott: C'est exact. Il n'en reste pas moins que, dans de nombreux cas, le chauffage au gaz ou à l'électricité revient beaucoup moins cher que le chauffage au mazout, ce qui peut suffire à encourager les propriétaires à convertir leurs installations.

M. Rose: D'après l'exposé, la biomasse fournit 3 p. 100 environ des besoins énergétiques du Canada, soit l'équivalent du nucléaire. Combien comptez-vous investir dans la biomasse au cours des trois années à venir par rapport aux investissements prévus pour le nucléaire? J'ai l'impression que le nucléaire se verra attribuer trois fois plus que la biomasse.

M. Whitham: Est-ce que vous parlez des investissements nécessaires pour la mise en valeur de ces sources énergétiques?

M. Rose: Non, ça c'est une tout autre question. Je n'y ai même songé. Prenons votre budget de $160 millions prévus pour la recherche et le développement. Dans le nouveau budget, ce poste a été majoré de $100 millions. Sur ce montant, $106 millions sont prévus pour l'énergie nucléaire qui obtient ainsi la part du lion. Or d'après vous, la biomasse fournit déjà autant d'énergie que le nucléaire. Combien comptez-vous investir dans les énergies douces par opposition aux grosses installations du nucléaire? C'est ainsi que l'on verra quelles sont réellement vos priorités.

Je ne tiens même pas compte de l'EACL et des efforts de promotion faits pour la vente du CANDU.

M. Whitham: Je pourrais vous soumettre des chiffres plus précis, mais il est vrai qu'actuellement le gros des crédits de recherche et de développement sont attribués au nucléaire. Il s'agit notamment des crédits destinés aux installations de l'EACL à Chalk River et à Whiteshell ainsi qu'à la recherche et au développement portant, entre autres, sur les combustibles radioactifs usés.

M. Rose: Vous voulez dire une installation pour l'entreposage des déchets?

M. Whitham: Oui, des fonds pour l'entreposage des déchets.

M. Rose: Quelle partie de ces crédits sont affectés à cette fin?

M. Whitham: $12 à $16 millions ont été prévus au cours de l'exercice actuel pour la recherche et le développement dans ce domaine.

[*Text*]

With respect to the future, the enhanced program of Energy R&D will make provision for very much more expenditure, of which very, very little indeed will be in the nuclear field except in two areas, and those two areas are the question of putting in place a program that will give information on dealing with the mine tailings problem for uranium mixing, which is a new generic problem, to try to put in place solutions to that problem.

• 1620

The second area would be whether or not there would be an increase in the amount of money that would be spent on high level radioactive waste disposal R&D. The bulk of the remaining money will move into the areas that are dominated by such aspects as new energy sources, alternative liquid fuels. A good proportion of that money will, in one way or another, be associated with biomass. I would have to break down the fraction from fuels, the fraction from new energy sources, put that together, but the end result, as you said, if we take the old sums and the new sums, will still be approximately two to one.

Mr. Rose: You see, my problem, sir, is that I get two things mixed up when I look at this energy program. I am quite sure it was not deliberate; however, my confusion is how much new money is there actually in reducing the demand side and how much money is really there increasing the supply side? We hear "the cheapest barrel of oil is the one not used" and all that stuff; we hear this great sort of breast beating for conservation, but I have difficulty with the figures. When I add them up on pages 90 and 91, I get someting like $8 billion for new energy action, $2 billion for the Western Development Fund, $3.4 billion for on-going efforts; then when I look around the other side and I try to find the new programs for energy R&D and that sort of thing, I find them rather obscure. What I would really like to know is how much new money is there in this program? How much of that new money goes to the supply side and how much of it is going to reducing the demand side? One is a hard path approach and one is a softer path approach.

Mr. Whitham: Mr. Rose, basically if we refer to the energy expenditure program on page 90 of the National Energy Program . . .

Mr. Rose: I have it here, yes.

Mr. Whitham: . . . I think it is fair to say that the items that are listed under the general heading of industry incentives would be supply expenditures.

Mr. Rose: That is right.

Mr. Whitham: The next item including a gas bank you could regard as a supply for the future, if you like, by banking a supply expenditure.

The next block, which is the oil substitution block, is essentially a demand expenditure because basically it is a way in which the government is changing the nature of the energy balances.

The next item, conservation renewables $11.5 millions.

[*Translation*]

Quant à l'avenir, la recherche et le développement dans le domaine de l'énergie bénéficieront de crédits bien plus importants, dont très peu iront au nucléaire à l'exception d'un programme d'étude sur l'entreposage des déchets des mines d'uranium, problème entièrement neuf et auquel on n'a pas encore trouvé de solution.

Il se pose en outre la question de savoir si les crédits destinés à la recherche et au développement sur l'entreposage des déchets hautement radioactifs seront majorés ou non. Le gros des crédits restants seront essentiellement affectés aux énergies nouvelles et aux combustibles liquides de substitution, et notamment à la biomasse. On pourrait tenir compte de la part destinée aux combustibles et aux nouvelles formes d'énergie mais, quoi qu'il en soit, le rapport restera toujours de 2 à 1.

M. Rose: Ce que je n'ai pas bien saisi à la lecture de ce nouveau programme énergétique, c'est quelle part de crédits est affectée à la réduction de la demande et quelle part à l'augmentation de l'offre. On dit souvent que le baril de pétrole le moins cher est celui qu'on n'utilise pas et on fait grand cas des mesures d'économie d'énergie. Je n'arrive toujours pas à m'y retrouver dans les chiffres. En ajoutant les chiffres figurant aux pages 90 et 91, je me retrouve avec 8 milliards pour les énergies nouvelles, 2 milliards pour le fonds de développement de l'Ouest, 3.4 milliards pour des travaux en cours. Par contre, je ne m'y retrouve pas dans les crédits affectés au nouveau programme de recherche et de développement en matière énergétique. Quelle partie des crédits nouvellement dégagés est affectée à l'offre et quelle partie à la réduction de la demande? L'un est l'approche dure et l'autre l'approche douce des problèmes.

M. Whitham: Le programme de dépenses figurant à la page 90 du programme national de l'énergie . . .

M. Rose: Oui, je vois.

M. Whitham: . . . sous la rubrique générale des stimulants industriels groupe les dépenses affectant l'approvisionnement.

M. Rose: C'est exact.

M. Whitham: Le poste suivant, y compris la banque du gaz en prévision de l'avenir, relève également de l'offre.

Ensuite, les crédits destinés à la substitution du pétrole, affecteront essentiellement la demande car cela revient à modifier des équilibres énergétiques.

Ensuite, il y a les 11.5 millions de dollars pour l'économie des énergies renouvelables.

[*Texte*]

I could break this down in detail. The greatest portion of that is conservation. Smaller portions of those funds do relate to renewable supply.

Mr. Rose: That is my problem. The smaller portions relate to renewable but there are really no details there, so it is very difficult. Even the total would be helpful to allay my suspicions that, although there are many fine-sounding words in here, we are still on the same old path. For instance, emphasis is off oil. Some of us think that there should be more emphasis on off-automobile, not just off-oil. If we look at the percentages of the energy or oil used for home consumption, it amouts to about 15 per cent in Canada; in transportation it accounts for about 55 per cent. I am just as great an automobile lover as anybody but the party is over. The minister knows that; we all know that. The question is how do we best approach this.

Is there anything in here at all about mass transit? Can I ask you why was that not considered, and where is any emphasis or reference to new subdivisions, the recommendation of district heating and all the rest of it, as an off-oil conservation approach? Is there any suggestion from the federal government anywhere else that new installations for space heating should be other than oil-fired—that kind of approach? I have wrapped about three questions up into one and I will sit here patiently.

Mr. Lalonde: We are used to that.

Mr. Rose: We are used to receiving similar answers and responses too.

Mr. Whitham: May I take your questions in reverse order, Mr. Rose. There certainly are statements in the national energy policy that relate to not installing oil space heating in the future. There are very clear statements that relate to mortgage practices; the government has influence in the mortgage field to discourage the installation of oil equipment in the future.

• 1625

On the second question, the first question which was a question about new expenditures and renewables, the fact is that if we look at the growth of expenditures in the next fiscal year on presently committed expenditures, we foresee a growth under this big sum of money of approximately $50 million in the next fiscal year in the renewables area on top of the expenditures for this year.

Mr. Rose: Is that just R&D, sir?

Mr. Whitham: Not just R&D, sir, no. It is money for renewable demonstrations, the residential solar demonstration program, and it is additional money for Enertech. It includes the R&D money but it goes beyond the R&D money.

The third area that you mentioned, sir, was that you saw nothing in this document that dealt with urban transit.

Mr. Rose: A budgeted item.

Mr. Whitham: That is correct, as I understand it, sir. At the present time, this is a matter where the federal government

[*Traduction*]

La majeure partie de ce poste est destinée à la conservation, le solde étant affecté aux énergies renouvelables.

M. Rose: C'est justement ce que je n'arrive pas à comprendre car vous ne nous donnez pas de détails sous cette rubrique. Je crains que, malgré toutes les belles paroles, nous n'ayons rien changé à nos anciennes habitudes. Ainsi vous prétendez vouloir diminuer la consommation de pétrole. Or, nous sommes nombreux à dire qu'il faudrait en outre encourager les gens à moins utiliser l'automobile. En effet, le chauffage des logements au Canada n'exige que 15 p. 100 de l'ensemble de nos besoins énergétiques alors que 55 p. 100 est utilisé pour le transport. J'aime la voiture autant que quiconque mais il est temps de se rendre compte que la fête est finie. Le ministre le sait, nous le savons tous. La question est de savoir comment s'y prendre.

Quelque chose a-t-il été prévu pur le transport en commun? Comment se fait-il que cette question ne figure pas dans votre programme, lequel ne fait pas état de nouveaux principes de lotissement recourant au chauffage collectif qui permettrait notamment de réduire la consommation de mazout? Vous ne dites nulle part, il me semble, que les nouvelles installations de chauffage ne devraient pas faire appel au mazout. Cela fait trois questions et j'attendrai patiemment que vous y ayez répondu.

M. Lalonde: Nous en avons l'habitude.

M. Rose: Nous avons également l'habitude de vos réponses.

M. Whitham: Je vais commencer par votre dernière question, monsieur Rose, si vous permettez. Il est question, dans la politique nationale de l'énergie, de ne plus installer de chauffage central au mazout. Par le biais de sa politique hypothécaire, le gouvernement peut décourager l'installation d'un chauffage central au mazout.

La deuxième question portait sur les crédits affectés aux énergies renouvelables qui, pour l'exercice prochain, dépassent de 50 millions de dollars les montants engagés pour l'année en cours.

M. Rose: Cela s'applique-t-il uniquement à la recherche et au développement?

M. Whitham: Non pas seulement. Ces crédits serviront aux démonstrations des énergies renouvelables, aux installations de chauffage solaire pour les logements ainsi que pour Enertech. Donc, les crédits ne serviront pas exclusivement à la recherche et au développement.

Vous avez dit également que vous n'avez rien trouvé dans ce document sur les transports en commun.

M. Rose: Il n'y a pas de crédit à ce sujet.

M. Whitham: C'est tout à fait juste. Le gouvernement fédéral a décidé de ne pas accorder de soutien direct à ce

[*Text*]

does not intervene directly with financial support. However, in terms of demonstrations, there certainly have been demonstrations that have been conducted on such matters under the federal-provincial agreements in such areas as telewriter demonstrations.

Mr. Rose: Sir, my only observation . . .

The Chairman: Mr. Rose, we have to move on, there are three other members.

Mr. Rose: Can I just complete that one thing if I promise to be a good boy for the rest of the day?

The Chairman: Yes, absolutely.

Mr. Rose: The federal government may not intervene directly in these mass transit things except at certain times such as election times when we hear promises about great efforts and assistance to mass transit. I suppose the crucial question is why do they not. I mean, if we are going to provide that kind of leadership to get off auto, then I think we need that sort of thing.

Mr. Lalonde: For very good reason. The federal government is not charged with all responsibilities. The provinces have responsibilities that they should assume. We do not have the money or the constitutional jurisdiction to assume every responsibility. If there is one responsibility that the provinces have been quite insistent upon, it is the question of municipal government, municipal authorities and local authorities, and one of them has to do with mass transit in urban centers. When looking at the funds that we think will be available to the national government over the next few years, we try to assign them in areas where the federal government clearly has the power to act and can act without interfering with the excercise of provincial responsibilities. There is a role for the provinces to play and they are invited to play it. Some of them play it pretty well and some are more and more active in this regard. We have never claimed that the national energy program was the end-all or be-all in the sense that no other level of government had any role to play. There is a large role to play by provincial governments in this whole field and we invite them to come in and play their role.

Mr. Rose: So you will not be in urban transit?

Mr. Lalonde: Well, that is a matter for governments to decide. Obviously we have been in the past at some stages, there were some funds put forward. I do not know whether or not in the future the government will decide to do so, but if you look at the national energy program and the funds we have available, we have not allocated significant or large amounts of money for that specific purpose. We feel that the provinces should play that role.

The Chairman: You are next, Mr. Portelance, and then I will have to come back to Mr. Gurbin and Mr. Rose because they had put off some questions that they wished to address to the minister. Mr. Portelance.

Mr. Gurbin: On a point of order, Mr. Chairman.

The Chairman: Yes.

[*Translation*]

secteur. Par contre, des projets de démonstrations ont été réalisés dans le cadre d'accords fédéraux-provinciaux.

M. Rose: D'accord, mais . . .

Le président: Il y a encore trois personnes qui attendent de prendre la parole, monsieur Rose.

M. Rose: Puis-je poser une toute dernière question?

Le président: Allez-y.

M. Rose: Le gouvernement n'intervient peut-être pas dans le domaine des transports en commun sauf en périodes d'élections lorsqu'il fait toutes sortes de promesses à ce sujet. Si le gouvernement veut vraiment décourager les particuliers à utiliser leurs voitures, il faudrait en même temps encourager les transports en commun.

M. Lalonde: Il ne faut pas oublier que le gouvernement fédéral ne peut pas tout faire et que les autorités provinciales doivent elles aussi assumer certaines responsabilités. Nous ne pouvons pas tout faire ni au plan financier ni au plan constitutionnel. Les autorités provinciales ont d'ailleurs beaucoup insisté pour que nous ne nous immiscions pas dans le secteur des gouvernements municipaux et locaux dont dépendent notamment les transports en commun dans les centres urbains. Il est préférable d'attribuer les fonds dont nous disposons au cours des années à venir aux domaines qui relèvent sans aucun doute de notre compétence et où il n'y a pas de risque d'empiéter sur les prérogatives provinciales. Les provinces ont elles aussi un rôle à jouer; certaines d'entre elles deviennent d'ailleurs de plus en plus actives dans ce secteur. Nous n'avons jamais prétendu que le programme énergétique national représentait le dernier mot dans cette affaire, à l'exclusion de tout autre niveau de gouvernement. Bien au contraire, il est essentiel que les gouvernements provinciaux assurent leur part de responsabilités dans ce secteur.

M. Rose: Vous n'allez donc pas vous occuper des transports en commun?

M. Lalonde: C'est aux gouvernements provinciaux de décider. Par le passé, nous avons fourni certains crédits aux transports en commun. On ne peut pas prévoir l'avenir; mais ainsi que vous l'avez constaté, nous n'avons pas réservé des montants importants à ce secteur dans notre programme énergétique national, estimant que les provinces ont ce rôle à jouer.

Le président: La parole est maintenant à M. Portelance et ensuite ce sera à nouveau au tour de MM. Gurbin et Rose qui ont des questions à poser au ministre. Allez-y, monsieur Portelance.

M. Gurbin: J'invoque le règlement, monsieur le président.

Le président: Allez-y.

[*Texte*]

Mr. Gurbin: We relinquished the floor with the idea that when the minister returned we would have the opportunity to question him further.

The Chairman: You will definitely have the opportunity, but you have each had over 10 minutes and other members are waiting. I promise you, you will be able to come back to question the minister, of course.

Mr. Gurbin: I think the purpose of the retirement initially was so that we could question the minister first.

The Chairman: I am in a quandary. If the other three members are willing, I am quite willing.

Mr. Rose: I am quite satisfied.

The Chairman: Okay. Mr. Gurbin.

Mr. McCauley: I think we have to put a time limit on it, too.

Mr. Gurbin: I do not mind a time limit, I think that is fair.

• 1630

The Chairman: Sure, to give an opportunity to all members who are here.

An hon. Member: 30 seconds!

The Chairman: They are glad to yield the floor to you, Mr. Gurbin, taking into consideration the rest of the members. They are anxious as well. Fine.

Mr. Gurbin: And I have no personal reference to Mr. Portelance at all. Thank you very much.

I think there are several major points here that need to be questioned. I think I share this question with others, which is how effective this committee can possibly be in terms of what the minister is thinking about alternative energy and oil substitution. How much range do we have as a committee? How much can we expect to achieve by bringing forth what we all hope will be a very effective and good report?

Mr. Lalonde: Well, if you have read the National Energy Program I am sure you have found that there are still large areas which have been covered only in very general terms. On liquid fuels, for instance, we have put out a working paper which poses more questions than it provides answers. We are certainly very interested in having the views of this particular committee on what the various options are that should be retained by the government in the area of liquid fuels, to take only that. In the area of renewable energy, we have come up with a number of programs, and if you take the matter of solar heating, for instance, I have referred to a number of proposed programs we are putting forward.

But there may be other and better ways of going at it so, as far as the committee is concerned, I think there are ample opportunities to fill numerous gaps that we realize are still there. What we have put forward in a number of areas have been specific itiitiatives and the broad outlines of an approach, but we do not claim that this it the end-all or be-all by any means. As a matter of fact, if you look at the projected energy expenditures, 1980-83, you will see that we have left some amounts for future initiatives. These are undesignated and unspecified because we want to leave room for possible action

[*Traduction*]

M. Gurbin: J'ai cédé mon tour m'attendant de pouvoir poser des questions au ministre lorsqu'il reviendrait.

Le président: Vous pourrez lui poser des questions et vous avez déjà eu dix minutes et d'autres membres du comité attendent eux aussi pour intervenir. Ne vous en faites pas, vous pourrez poser vos questions au ministre.

M. Gurbin: J'avais cru comprendre que nos questions au ministre passeraient en premier.

Le président: D'accord, à condition que les autres députés n'aient pas d'objection.

M. Rose: D'accord.

Le président: Allez-y, monsieur Gurbin.

M. McCauley: Il faudrait quand même fixer une limite de temps.

M. Gurbin: Je suis tout à fait d'accord.

Le président: Oui pour que chacun ait la possibilité d'intervenir.

Une voix: 30 secondes.

Le président: On vous a cédé la parole, monsieur Gurbin, mais il ne faut pas oublier que d'autres attendent pour prendre la parole.

M. Gurbin: Je vous remercie.

Comme d'autres de mes collègues, je me demande dans quelle mesure l'avis du comité peut influer sur la position du ministre en matière d'énergie de substitution. Dans quelle mesure allez-vous tenir compte des conclusions de notre rapport, dont la qualité ne fait aucun doute dans mon esprit?

M. Lalonde: Vous aurez sans doute constaté, à la lecture du programme national énergétique, que toute une série d'importants problèmes n'ont été traités qu'en termes très généraux. En ce qui concerne les combustibles liquides par exemple, vous y trouverez plus de questions que de réponses. Aussi bien, nous tenons à connaître l'avis du comité quant aux diverses options qui pourraient être retenues par le gouvernement dans ce domaine des combustibles liquides. Plusieurs programmes ont été mis au point en ce qui concerne les énergies renouvelables et plus particulièrement le chauffage solaire.

Il se peut toutefois que le comité nous propose des solutions encore meilleures. Nous sommes loin d'avoir trouvé toutes les solutions si bien que le comité aura certainement un rôle positif à jouer. Même si nous avons proposé différentes initiatives et jeté les bases d'une approche, nous ne prétendons nullement avoir épuisé la question. Si sous la rubrique dépenses d'énergie 1980-83, des postes ont été laissés en blanc, c'est justement en prévision d'une initiative future. Nous l'avons fait, justement pour permettre au gouvernement de prendre

[*Text*]

by the government later on the basis of recommendations coming from a committee like this one.

Mr. Gurbin: That touches on precisely the point I make which is to ask what is the range of flexibility that we have as a committee to influence your thinking and your government's thinking about what will happen in this whole area. I wonder about how open you are, and on what basis you are going to be making decisions upon receipt of the report we plan to bring forward. In other words, in the end will it be the civil service who will be determining what you are going to accept? What range of flexibility is there in your own mind as to what can be accomplished or what will be accomplished at this time?

I have three specific questions there. Fusion is the first. What effort do you feel is appropriate for us consider as a committee? Now I am asking this question partly to get a policy from you but, also, so that I do not waste my time. I do not want to try to force this committee to comply with what I think is appropriate with no chance of it being executed. I will leave it with you for the moment.

Mr. Lalonde: Yes. I can tell you that on this program, there is not one word in this program that I did not approve personally. The officials worked, but it is a government program. The decisions and options that were retained were those retained by the federal government—not by officials as such.

I think the committee can play a very significant role. In particular, I have said that there is still room for specific action in specific areas; there are a lot of gaps that could still be filled. I think with regard to the specific mandate of the committee, it would be extremely helpful if the committee could come out with a long term view of the various elements of their mandate. I am talking really of the period over the next two decades and what you see as the roles of the items that have been referred to you by Parliament as a subject of a study. With regard to the specific issue of fusion, you know that in 1979-80 we spent close to $3 million on fusion research in Canada at the federal level, which is not much by American standards, but still means that we are keeping this issue alive at the federal level. What will happen is that the panel on energy research and development will make recommendation to me on the allocation of resources that will be made available under the national energy program and, quite clearly, fusion will be one of the programs that will be discussed.

• 1635

Mr. Gurbin: Will be discussed. Can you tell us how you feel about that?

Mr. Lalonde: Well, I must say that I am no expert in this field. I have very much an open mind on this issue. The information I have received from many sources is that there would be advantages in keeping that option open to Canada; that we should not close that option. But obviously it all depends on what kind of money one is talking about. If one were talking in terms of playing a major role in fusion, we would be absorbing billions and billions of dollars. I mean, we might just as well close everything else and go into fusion and

[*Translation*]

des mesures à la suite des recommandations qui viendraient entre autres d'un comité comme le vôtre.

M. Gurbin: Dans quelle mesure le comité pourra-t-il influer sur votre attitude et celle du gouvernement vis-à-vis de cette question? Lorsque nous vous aurons soumis notre rapport, sur quelle base prendrez-vous vos décisions? Comme d'habitude, ce seront les fonctionnaires qui décideront ce qu'il faut accepter et ce qu'il faut rejeter?

J'ai trois questions bien précises à vous poser. Ma première se rapporte à la fusion. A nouveau, dans quelle mesure tiendrez-vous compte des conclusions du comité? Il s'agit ici d'une question de principe car je ne tiens pas à perdre mon temps. Il ne sert à rien que le comité s'échine si de toute façon vous n'en tiendrez pas compte.

M. Lalonde: Je puis vous assurer que j'ai personnellement approuvé chaque phrase du programme. Ce sont les fonctionnaires qui l'on rédigé, mais il s'agit bel et bien d'un programme du gouvernement. Les décisions et les options qui y figurent sont les décisions et les options du gouvernement fédéral et non pas des fonctionnaires.

Le comité quant à lui a un rôle très important à jouer; surtout dans certains domaines où il reste encore beaucoup à faire. Il serait particulièrement utile que le comité nous soumette une vue à long terme portant mettons sur les deux décennies à venir, concernant les divers problèmes que le Parlement l'a invité à étudier. En ce qui concerne la fusion, vous savez sans doute qu'en 1979-80, près de 3 millions de dollars ont été consacrés à la recherche au niveau fédéral, ce qui n'est sans doute pas beaucoup par rapport aux États-Unis, mais ce qui prouve quand même que le gouvernement fédéral s'y intéresse. La commission sur la recherche et le développement dans le secteur de l'énergie soumettra des recommandations quant à la répartition des fonds dégagés dans le cadre du programme national de l'énergie et à ce propos il sera bien entendu question de fusion.

Mr. Gurbin: Il en sera question, dites-vous. Qu'est-ce que vous en pensez vous-même?

M. Lalonde: N'étant pas expert moi-même, je suis ouvert à toutes propositions raisonnables. D'après de nombreux spécialistes, le Canada devrait se réserver cette option. Tout dépend bien entendu du montant des crédits. Si l'on veut jouer un rôle vraiment important dans le secteur de la fusion, il faudrait dépenser des milliards de dollars. Cela exigerait presque que nous nous en occupions à l'exclusion de tout autre problème énergétique, ce que personne n'a proposé. Mais il ne faut pas

[*Texte*]

nobody, frankly, has been pushing such a, let us say, drastic re-allocation of funds that would mean that fusion would become the kind of a top-priority issue for the Government of Canada. However, I must say that most of the advice I have had is that it would be unfortunate to rule ourselves out of that option over the next decade. Now, it is a matter of degree—how much is it going to cost you remain in the top?

Mr. Gurbin: Okay. I have about four what I think could be very short questions. They will be short questions and if we could go through them as quickly as possible I would appreciate it, too. In the area, is your mind open enough to allow us to consider using what is already a Crown corporation like AECL for a similar, but different, purpose?

Mr. Lalonde: Sure. I mean, I would be interested in having your views and recommendations on this. It may mean amending the AECL legislation; I do not know whether AECL has the mandate now to fulfil additional responsibilities, but I have no hang-ups about that.

Mr. Gurbin: Secondly, with Enertech and with the $20 million that is available there now, do you see a danger—or maybe it is an opportunity in your view for its relationship to what is now an industry that is in a great deal of trouble because there is no market—for it through capitalization, particularly through an equity position, to become in fact a national solar industry? Is that a desire, is that a wish, or do you perceive that as a danger?

Mr. Lalonde: My inclination would be to see it more as a danger if the evolution of the situation, would be such that Enertech would take over, let us say, the overwhelming share of the solar industry. Our approach vis-à-vis Enertech has been more that it should be there as a catalyst, an institution to give a boost to the best, to go into joint ventures with some. We see this as a une industrie naissante; how do you say this in English?

Mr. Whitham: Immature industry.

Mr. Lalonde: Let us say it has not even reached the stage of maturity, so we have everything to gain by, I have to quote Chairman Mao but, "Let a thousand flowers bloom." Is that the word?

Mr. Gurbin: Do you see Canada as being able to co-operate internationally in the development of some of the major coal technologies that are going to be potential to our energy furture; that is, do you see Canada in a major co-operative role with other countries in developing coal technologies that are very, very expensive but seem to be being developed on the basis now of a trade-off for investment versus oil out of the country?

Mr. Lalonde: Well, I am not going to embark on the trade-offs thing, but we are very interested indeed in this kind of deal. We are working on this both with the United States and with countries that are members of the International Energy Agency. We are very interested, but as you know, we do not have oil to export at the present time.

[*Traduction*]

pour autant négliger complètement cette option pour la décennie à venir. Tout dépend de l'argent nécessaire.

M. Gurbin: D'accord. J'ai maintenant quatre brèves questions à vous poser. Est-ce que vous accepteriez que l'EACL soit invitée à travailler dans un domaine légèrement différent de celui qui est le sien actuellement?

M. Lalonde: Certainement. Du moins j'aimerais avoir votre avis à ce sujet. Cela nécessiterait peut-être une modification de la loi régissant l'EACL, mais en principe je n'aurais pas d'objection.

M. Gurbin: Deuxièmement, est-ce à votre avis souhaitable ou au contraire dangereux de permettre à Enertech, grâce entre autres au crédit de 20 millions de dollars, prévu dans le programme, de devenir en quelque sorte une industrie solaire nationale, ce secteur se heurtant à l'heure actuelle à de grosses difficultés de financement?

M. Lalonde: Il ne faudrait pas permettre à Enertech de s'attribuer la part du lion de l'industrie solaire. Enertech doit servir de catalyseur en encourageant les meilleurs projets et, dans certains cas, en entreprenant certains travaux en coparticipation. Il s'agit d'une industrie naissante; comment dirait-on ça en anglais?

M. Whitham: Immature industry.

M. Lalonde: C'est bien ça. Je regrette d'avoir à citer le président Mao mais il faut comme il l'a dit permettre à mille fleurs de fleurir.

M. Gurbin: Le Canada pourra-t-il participer à la mise au point des principales technologies liées au charbon qui auront une grande importance dans notre avenir énergétique? Le Canada pourra-t-il participer avec d'autres pays à la mise au point de nouvelles technologies du charbon, qui bien que très coûteuses, pourraient susciter suffisamment d'investissements en échange d'exportation de pétrole?

M. Lalonde: Nous nous intéressons certainement à cette question. Nous l'avons déjà examinée avec les États-Unis et d'autres pays membres de l'Agence internationale de l'énergie. Vous savez fort bien que nous n'avons pas de pétrole à exporter en ce moment.

[*Text*]

• 1640

Mr. Gurbin: In your own mind, is there a limit to conservation and to how far we can go with conservation as a technology? Is there an ultimate in your mind, maybe not a specific figure, but do you think that we have so much to gain through approaching this demand-side aspect in contrast to the supply side?

Mr. Lalonde: Frankly, I have never set my mind to putting a limit to it because I think we have so far to go. Our purpose is to press very much in that direction, and there will be a number of programs that will need to be maintained. For instance, in home insulation we still have millions of homes to insulate in this country. Our target is to reach 70 per cent of the homes by 1990. I suppose we would love to have 100 per cent of the homes well-insulated. You have to be realistic in a democracy about how far you can push and pull. So, you have to educate, and educate, and educate the public, give incentives and convince the public that it is in their interest to conserve. But we live in a democratic country, our limits—I do not know whether you have children, but I have, and have trouble teaching them how to switch off the lights, so . . .

Mr. Gurbin: The last question really is, in terms of the control of your awareness of what is happening in the energy arena, you made mention, and I asked a question about who is able to get information to you. Is it your opinion that you are getting adequate direct knowledge from the scientific and energy community to allow you to make rational decisions in terms or where our energy future is going, and I would make specific reference there to hydrogen? For instance, do you have a familiarity with the synergisms that are possible with developing hydrogen as a technology?

Mr. Lalonde: It would be a very special minister who would ever admit that he could make irrational decisions, so I would hope that all decisions we are making are rational decisions. Your question is honestly a difficult one to answer because you have a department which has a number of experts in various fields. Obviously, a minister just cannot be on top of every subject, especially in an area like this. Some of them have a high degree of expertise, specialization and in technology. I suppose even if I were a specialist in one area, I would be short in some other area, so you have to rely on the best advice you can get, and there are only so many hours in the day; you cannot be in touch with all groups of specialists who are working on all kinds of subjects.

What I try to do is to ensure that my officials, when they come up with a recommendation, have indeed consulted with the best in the field, or have had advice from the best in the field. I try to make sure when a report comes in that, indeed, this has taken place. It is usually in my briefing notes who has been talked to and what advice they have given and all that.

On the question of hydrogen, for instance, we have in our liquid fuel paper made reference to this, indicating that it seems to be very attractive in principal, but as you see on page 20, we are pretty short on comments on this because we think we have a long way to go. We will be very happy to see further development in this area, but we know that this will not be

[*Translation*]

M. Gurbin: Dans votre esprit, y a-t-il une limite à l'étendue de la conservation, ou à son évolution comme technologie? Croyez-vous qu'il y ait, sans donner un chiffre précis, plus davantages à tirer en diminuant la demande, plutôt que d'augmenter les approvisionnements?

M. Lalonde: Franchement, je n'ai jamais pensé à une limite car nous avons encore tellement de chemin à faire. Notre objectif est toujours d'encourager fortement la conservation, et à cette fin, il faudra continuer un certain nombre de programmes. Par exemple, des millions de logements exigent encore une meilleure isolation. Nous espérons avoir isolé adéquatement 70 p. 100 des logements en 1990. Bien sûr, on préfèrerait que 100 p. 100 des maisons soient bien isolées. Dans une démocratie, il faut être réaliste sur les pressions qu'on puisse faire. Il faut donc éduquer continuellement le public, le motiver et le convaincre que c'est dans son intérêt de pratiquer la conservation. Toutefois nous vivons dans un pays démocratique, et quant aux limites—je ne sais pas si vous avez des enfants, moi j'en ai, et j'ai beaucoup de peine à leur faire éteindre les lumières, donc . . .

M. Gurbin: Finalement, au sujet de votre information sur l'évolution dans le domaine de l'énergie, je vous ai demandé qui pouvait vous renseigner. Croyez-vous que vous recevez suffisamment de renseignement directement de la collectivité scientifique et des experts en énergie pour vous permettre de prendre des décisions rationnelles sur notre avenir en énergie, particulièrement dans le domaine de l'hydrogène? Par exemple, êtes-vous au courant des efforts coopératifs possibles dans le développement de la technologie de l'hydrogène?

M. Lalonde: Rare serait le ministre qui admettrait avoir pris des décisions irraisonnables, et j'espère que les décisions que nous prenons sont rationnelles. Ma réponse à votre question est très difficile, car mon ministère a un nombre d'experts dans différents domaines. Bien sûr, un ministre ne peut se tenir à la fine pointe de tous les sujets, surtout dans un domaine semblable. Certains experts sont fort spécialisés. Même si j'étais spécialiste dans un domaine, je pourrais en ignorer d'autres, il faut donc que je me fie aux meilleurs conseils possibles, et je ne dispose que d'un certain nombre d'heures par jour; je ne peux donc pas être en liaison avec tous les groupes de spécialistes qui travaillent sur toutes sortes de projets.

Je tâche de m'assurer que mes fonctionaires, lorsqu'ils font des rcommandations, ont consulté les meilleurs experts dans ce domaine, ou ont été conseillés par les meilleurs experts. Je m'assure que les rapports reçus, se fondent effectivement sur des faits. Dans les rapports qu'on me remet, on indique généralement les personnes consultées, et les conseils donnés.

Par exemple, au sujet de l'hydrogène, dans notre document de travail sur les carburants liquides, nous avons indiqué qu'en principe c'est une option très intéressante, mais vous remarquerez qu'à la page 20, les commentaires sont plutôt brefs, car il nous reste encore beaucoup à apprendre. Nous serons très heureux de toute évolution future dans ce domaine, mais bien

[*Texte*]

done inside our department. We do not have the expertise, and we will not have it.

Mr. Gurbin: Just as I sign off, if I may, Mr. Chairman, I would like to let the minister know that I appreciate the facility he has had, from my point of view, in coming to grips with some of these problems, because I know the technical nature is a very difficult aspect of the thing. So, I appreciate his coming before us and answering questions honestly the way he has. As I am leaving, with help, I am asked whether or not you have had an opportunity to talk with Doctor David Scott personally, Professor Scott from the University of Toronto?

Mr. Lalonde: No, I do not think so. I do not remember having talking with him. I do not think so.

Mr. Gurbin: Have your officials?

Mr. Lalonde: I can check my agenda, but I do not remember.

Mr. Gurbin: Have your officials, sir?

Mr. Lalonde: Yes, Doctor Dyne from the office of energy has.

The Chairman: I would like to get back now to the original order of the first round with Mr. Portelance, Mr. MacBain, Mr. McCauley and then come back to Mr. Rose to finish his questioning. Okay, Mr. Portelance will begin.

Monsieur Portelance, s'il vous plaît.

M. Portelance: Merci, monsieur le président.

Monsieur le ministre, à maintes reprises vous avez dit à l'occasion de plusieurs déclarations, qu'au pays on ne manquait pas d'énergie, si ce n'est pas du pétrole dont on a le plus besoin dans le domaine des transports. Parmi les témoins qui ont comparu devant ce comité, il y a eu des représentants, et en particulier, des représentants intéressés par le gaz naturel. Ces personnes-là nous disent avoir déjà communiqué avec votre ministère, ou certains fonctionnaires du ministère, pour dire qu'ils pouvaient facilement produire du méthanol à partir du gaz naturel et du bois, partie en biomasse, dans la proportion de 80-20, et que si on leur permettait un prix de $38 le baril, la chose serait rentable. Cela veut dire que chaque gallon qu'ils produiraient serait un gallon de moins à importer à $38 le baril, de toute manière. Pourquoi ne permet-on pas à ce genre d'entreprises d'aller de l'avant? Car en plus de cela, ces gens-là nous disent qu'il faut s'attendre dans l'exploitation des sables bitumineux, à des coûts de l'ordre de 6 à 8 milliards de dollars. Dans le cas des représentants du gaz, on nous parle de 10 usines construites dans différentes régions, ce qui créerait des emplois à travers le pays, et non pas dans une région seulement et, pour un coût de 10 milliards de dollars cela produirait ce qu'une de ces usines dont il est question dans le moment pourrait produire. Qu'est-ce qu'on attend chez vous pour aller de l'avant dans ce sens-là?

• 1645

M. Lalonde: Tout d'abord, si vous regardez, encore une fois, le document de travail sur les combustibles liquides, à la page 22 du document anglais, nous avons fait des analyses des coûts comparatifs par baril des différents produits en terme d'équivalent en huile. Selon notre évaluation le méthanol qui pro-

[*Traduction*]

sûr cela ne se fera pas dans notre ministère. Nous n'avons pas les experts voulus, et nous ne les aurons pas à l'avenir.

M. Gurbin: Pour terminer, monsieur le président, je voudrais dire au ministre que j'apprécie la facilité avec laquelle il s'est familiarisé avec certains problèmes, surtout vu les aspects très techniques de ceux-ci. Je le remercie donc d'être venu répondre honnêtement à nos questions. En fait, on me demande si vous avez eu l'occasion de parler personnellement avec le Dr David Scott de l'université de Toronto?

M. Lalonde: Non, je ne crois pas. Je ne m'en souviens pas. Mais je ne crois pas.

M. Gurbin: Vos fonctionnaires lui ont-ils parlé?

M. Lalonde: Je peux vérifier dans mon agenda, mais je ne me souviens pas.

M. Gurbin: Vos fonctionnaires, monsieur, lui ont-ils parlé?

M. Lalonde: Oui, le Dr Dyne du bureau de recherche en énergie lui a parlé.

Le président: Je veux revenir à l'ordre original du premier tour, et céder la parole à M. Portelance, ensuite à M. MacBain, M. McCauley, et finalement M. Rose. Bon, monsieur Portelance vous avez la parole.

Mr. Portelance, please.

Mr. Portelance: Thank you, Mr. Chairman.

Mr. Minister, you have often said, in different statements, that we were not short of energy in the country, except perhaps for oil in the field of transportation. Among the witnesses that we have heard, there were representatives particularly interested in natural gas. These persons testified that they had told certain officials of your department that they can easily produce methanol from natural gas and wood in an 80-20 ratio, and that a $38 a barrel price would make their enterprise viable. That would mean that for each barrel produced, we could avoid importing a barrel of oil, which would cost $38 in any case. Why are we not allowing such enterprise to move ahead? Moreover, these people have said that the development of the tar sands would cost from $6 to $8 billion. The gas representatives said that 10 different plants could be built in different areas of the country, thus creating employment across the country, and not only in one region, for a cost of $10 billion, and procedure as much as one of those plants. What are we waiting for before going ahead with such a project?

Mr. Lalonde: First, on page 22 of the English version of the working paper on liquid fuels, analyses show the comparable cost per barrel of different products equivalent to oil energy. The assessment shows that methanol produced from natural

[*Text*]

viendrait du gaz naturel, en particulier, coûterait entre $40 et $45 le baril, ce qui est encore plus cher que l'huile à l'heure actuelle, évidemment.

Par ailleurs, il existe déjà au Canada un certain nombre d'entreprises qui sont dans ces secteurs. Le Dr. Whitham pourrait peut-être vous donner quelques commentaires additionnels à ce sujet-là.

Mr. Whitham: There care I believe sir, two plants in operation; I believe there are two being constructed, and two in an advanced state of planning that deal with the production of methanol dominantly from natural gas. I think, on the concern that is expressed in the paper about liquid fuels, there are two additional parameters that should be considered in considering the question of the pricing of methanol. The first is the fact that basically it requires somewhere between 1.4 and 1.8 gallons of methanol to achieve the same result as one gallon of gasoline. The exact number depends upon how you fine tune the engine, but it is in that sort of range—perhaps 1.6 or 1.7 would be a good average figure. So when you make cost comparisons you have to take the factor of 1.6 into account. The second factor is that in order to adopt methanol as a major transport fuel, there would have to major changes in fuels production, in the distribution system, in engine development, and in infrastructure generally.

In terms of trying to put the costing to what is involved in methanol comparisons, one has to look at the consequences throughout the entire structure. Methanol is different from ethanol; it cannot simply be used as an extender with no change in the infrastructure. Basically, in summary, yes, there is a well known technology using natural gas; the capital cost of the plants is lower, however, the value of the natural gas is higher, so you have to work out the cost. When you work out the cost, you have figures comparable to those published by the minister. You also have to consider how you would integrate this into the transport system and there are considerable problems there.

M. Lalonde: Il y a des coûts additionnels très considérables. Quand on parle de $40 ou $45 le baril, on ne comprend pas là-dedans tous les coûts des changements qu'il faudrait faire dans l'infrastructure, jusqu'aux moteurs des véhicules automobiles.

• 1650

M. Portelance: A ce propos, monsieur le ministre, j'aimerais vous dire que l'industrie a déjà été approchée et qu'il y a certains prototypes, du moins, qui fonctionnent au méthanol. Il y a des industries qui seraient prêtes à aller dans ce sens. Je comprends que vous regardez les $38 qu'il faut aujourd'hui payer à l'importation, mais dans un an ou deux ce sera peut-être $60! Et à un moment donné, si vous parlez de dépendance, en ayant les connaissances voulues dans ce domaine je ne crois pas que les augmentations seraient aussi considérables si nous allions de l'avant maintenant à ce qu'elles pourront être dans un an ou deux. Vous me mentionnez que l'utilisation du gaz naturel seulement; mais je pense qu'ils parlaient eux de 80 p. 100 de gaz naturel, et 20 p. 100 de biomasse à savoir le bois . . . et peut-être qu'en améliorant nos

[*Translation*]

gas in particular, would cost between $40 and $45 a barrel which is higher than the present price of oil, of course.

On the other hand, there are already a certain number of plants working in these areas. I should like Dr. Whitham to give you more details in this regard.

M. Whitham: Monsieur, deux usines fonctionnent déjà; deux autres sont en construction et enfin deux en état avancé de planification, pour la production du méthanol en provenance surtout du gaz naturel. Quant aux préoccupations exprimées dans le document de travail sur les combustibles liquides, il y a deux autres paramètres dont il faut tenir compte dans l'établissement du prix du méthanol. D'abord, il faut se rappeler qu'il faut 1.4 à 1.8 gallon de méthanol pour atteindre l'équivalent énergétique d'un gallon d'essence. Le rendement précis dépend de la mise au point du moteur et la moyenne serait de 1.6 à 1.7 gallons d'équivalence. Dans toute comparaison des coûts, il faut donc tenir compte de ce facteur de 1.6. Deuxièmement, l'adoption du méthanol comme carburant principal dans les transports exigerait des changements importants dans la production des carburants, les systèmes de distribution, le développement des moteurs, et l'infrastructure en général.

Pour établir les coûts dans toute comparaison du méthanol, il faut tenir compte des répercussions dans toute l'infrastructure. Le méthanol est différent de l'éthanol; on ne peut pas simplement l'ajouter à l'essence sans changement de l'infrastructure. Bien sûr, la technologie pour la fabrication du méthanol à partir du gaz naturel est bien connue, le coût d'immobilisation des usines est moindre, mais la valeur énergétique de l'essence naturelle est plus élevée et il faut donc calculer ce coût. Ces calculs donnent des chiffres comparables à ceux qu'a publiés le ministre. Il faut aussi tenir compte de l'intégration de ce nouveau carburant dans le système de transport, ce qui pourrait occasionner des problèmes importants.

Mr. Lalonde: The additional costs are quite high. The price of $40 to $45 a barrel does not take into account the cost in changing the infrastructure, and the engines.

Mr. Portelance: In that connection, Mr. Minister, I should mention that the industry has already been approached and that there are a number of existing prototypes which operate on methanol. Some industries would be willing to head in that direction. I realize that you are considering this in relation to the $38.00 which must now be paid on imports but in a year or two it might be $60.00. In view of our concern about dependency, since we have the necessary expertise in this field, I do not think that the increases would be as high if we went ahead now as they might be in a year or two. You only mentioned natural gas but I think their breakdown was 80 per cent natural gas and 20 per cent wood biomass . . . It is possible that improved methods in the very near future may result in a reduction of the proportion of natural gas required. All these

[*Texte*]

connaissances dans un avenir assez approché, il serait possible de réduire la proportion du gaz naturel utilisé. Toutes ces choses pourraient aussi être prises en considération. Enfin, on pourra reposer les questions à ceux qui se sont adressés à nous et leur demander peut-être de contre-dire ou de nous prouver que vos prévisions sont exactes lorsque vous parlez de $45. Eux, avec $38., semblaient bien heureux d'aller de l'avant et de produire suffisamment de ce méthanol à travers le pays. Et il y a aussi le côté économique que nous devons regarder. Ces usines ne seraient pas concentrées dans une province seulement, mais seraient établies dans les dix provinces.

Une deuxième question, monsieur le ministre... Nous avons eu devant nous des représentants du ministère de l'Agriculture du Canada et nous avons appris, à ce moment-là, qu'une province, à savoir le Québec, ne faisait pas partie d'une entente par laquelle on peut obtenir des fonds pour faire non pas des recherches uniquement, mais pour aider l'industrie notamment dans le domaine de l'énergie nouvelle. Êtes-vous au courant?

M. Lalonde: Oui.

M. Portelance: Vous devez être au courant de cela, parce que l'on nous a dit que c'était votre ministère qui était responsable de la mésentente.

M. Lalonde: Oh non!... Le Québec est la seule province avec laquelle nous n'avons pas eu encore d'accord sur ce programme fédéral-provincial sur les énergies renouvelables et la conservation. J'ai eu des discussions avec mon collègue québécois qui m'a indiqué que le gouvernement du Québec considérait la possibilité de signer une telle entente; mais je dois vous avouer que je ne sais pas pour quelles raisons particulières le Québec ne s'est pas joint à ce programme dont bénéficient en ce moment toutes les autres provinces.

Je dois vous dire que certaines provinces se sont embarquées dans le programme encore assez récemment. J'ai signé moi-même des ententes depuis que je suis ministre, avec la Saskatchewan, le Manitoba et les Territoires du Nord-Ouest ces derniers mois seulement; mais à l'heure actuelle, il n'y a, en effet, que le Québec, qui n'a pas signé cette entente et j'attends une réponse, éventuellement.

M. Portelance: Quel est le montant que le Québec a refusé? Qu'est-ce que nous avons perdu en ne signant pas? Ou est-ce que les conditions qu'on leur impose sont trop dures pour être acceptées?

M. Lalonde: Ce n'est pas que les conditions soient dures; il y a un comité conjoint qui choisit les projets, et l'administration du programme est surtout entre les mains de la province. Il y a un comité conjoint fédéral-provincial qui étudie les projets et qui les détermine. En ce qui concerne le montant que le Québec a laissé de côté jusqu'à maintenant...

• 1650

Mr. Lalonde: I will ask Dr. Efford to comment and I will check on whether or not I agree with his comments carefully.

The Chairman: It will be on the record.

Mr. Lalonde: It will all be on the record. It happens often in my department.

[*Traduction*]

things should be taken into consideration. We could probably ask these questions again of industry representatives to determine whether or not this $45.00 figure which you mentioned is accurate. They would be willing to go ahead with $38.00 and produce as much methanol as might be needed. We should also look at the economic spinoff since these plants will not be concentrated in a single province but will be set up throughout the country.

I have a second question, Mr. Minister. We learned from representatives of the Department of Agriculture that one province, namely Quebec did not take part in an agreement under which funds were made available not solely for research but to assist industry in the development of new energy sources. Are you aware of this?

Mr. Lalonde: Yes.

Mr. Portelance: You must be aware of this since we were told that it was your department which was responsible for the disagreements.

Mr. Lalonde: Not at all! Quebec is the only province which has not entered into this federal-provincial agreement on renewable energy and conservation. In our discussions, my colleague from Quebec informed me that the Quebec Government was considering the possibility of signing such an agreement, but I must admit that for reasons which are unknown to me, Quebec decided not to take part in this program which all the other provinces are now benefitting from.

I should point out that some provinces have just recently come into this program. Since becoming Minister I signed agreements with Saskatchewan, Manitoba and the Northwest Territories in the last few months, but Quebec is the only remaining province not to have responded and I am expecting an answer eventually.

Mr. Portelance: What is the amount which Quebec refused? What have we lost by not signing this agreement? Or, do they find that the conditions are too hard to accept?

Mr. Lalonde: It is not a matter of the conditions being difficult. A joint committee chooses projects and the administration of the program as such rests mainly with the provinces. A joint federal-provincial committee studies the projects and makes the selection. As for the amount of money which Quebec has so far chosen not to take advantage of...

M. Lalonde: Je vais demander à M. Efford de vous répondre et je vais vérifier sa réponse.

Le président: Le renseignement figurera au procès-verbal.

M. Lalonde: Mon ministère dispose de tous les renseignements, bien entendu.

[*Text*]

Mr. I. E. Efford (Director General, Conservation and Renewable Energy Branch, Department of Energy, Mines and Resources): The way the federal-provincial agreements are set up is that the amount of money allocated to a province over the life of the program is set, but the amount of money that a particular province can use in any one year is not fixed, so that if the province does not use the money at the beginning of the program, it can use it at the end of the program. In other words, Quebec has not lost any money by delaying signing.

Mr. Portelance: How long is the program going to last? Or is this forever?

Mr. Efford: The program is a five-year effort.

Mr. Portelance: Five years. How many years have gone by?

Mr. Efford: Two.

Mr. Portelance: That means they have three years left. What was the amount that was allowed by province, or, in the case of Quebec, what amount was . . .

Mr. Efford: There was $58 million in total for Quebec, and half of that money would be provided by the federal government.

• 1655

Mr. Portelance: Fifty-eight million?

Mr. Efford: Yes.

Mr. Lalonde: That is the total.

Mr. Portelance: That would be $29 million from the federal government and $29 milion from Quebec.

Mr. Lalonde: Yes, $29 million from each.

Mr. Portelance: Une dernière question, monsieur le ministre. Le Comité a eu l'occasion de visiter l'usine marémotrice de l'estuaire de la Rance en France. Ici, au Canada, on parle depuis longtemps de la Baie de Fundy où énormément d'énergie pourrait être produite. S'il y a un endroit où cela pourrait être nécessaire, je pense bien que ce sont les Maritimes où l'électricité est produite à partir du pétrole, et ce serait une manière d'aider certainement cette région et les régions environnantes aussi. Je ne sais pas si une recommandation dans ce sens pourrait être faite par le ministère que vous représentez ou plutôt cela devrait-il venir du côté provincial seulement?

M. Lalonde: Non, la question de la fabrication d'électricité à partir de l'énergie marémotrice en est une qui nous intéresse depuis déjà plusieurs années. Le gouvernement fédéral y a mis des fonds assez considérabes. L'obstacle à la réalisatin du projet n'est pas un obstacle au niveau de la rentabilité du projet comparativement à d'autres initiatives comme la fabrication d'électricité à partir du charbon ou le transport de l'électricité à partir de développements qui pourraient venir du côté du Québec ou du Labrador, par exemple, ou de Terre-Neuve.

Là-dessus encore, je peux demander à mes fonctionnaires qui ont étudié cette question de façon plus précise durant les dernières années, de faire certains commentaires. Je vous rappelle que nous finançons à l'heure actuelle avec la Nou-

[*Translation*]

M. I. E. Efford (directeur général, Bureau de la conservation et des énergies renouvelables, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources): Cette entente fédérale-provinciale prévoit la somme qui sera allouée à une province au cours de la durée du programme sans restriction sur le montant dépensé dans une année donnée. Donc, si la province n'utilise pas son crédit au début du programme, elle peut toujours s'en servir à la fin. Autrement dit, le Québec n'a rien perdu à cause de ce retard.

M. Portelance: Quelle est la durée prévue pour ce programme? Ou s'agit-il d'une durée indéfinie?

M. Efford: C'est un programme de cinq ans.

M. Portelance: De cinq ans. Depuis combien de temps existe-t-il?

M. Efford: Depuis deux ans.

M. Portelance: Donc, il reste trois ans au Québec. Quel a été le montant prévu pour le Québec?

M. Efford: Cinquante-huit millions de dollars, dont la moitié proviendrait du gouvernement fédéral.

M. Portelance: Cinquante-huit millions?

M. Efford: Oui.

M. Lalonde: C'est la somme totale.

M. Portelance: Cela veut dire 29 millions de dollars du gouvernement fédéral et l'équivalent du Québec.

M. Lalonde: Oui, 29 millions de dollars de chacun des deux.

Mr. Portelance: One last question, Mr. Minister. The committee had the opportunity to visit the tidal power station in the estuary of la Rance in France. There has long been talk in Canada of the great energy potential of the Bay of Fundy. The Maritimes are certainly an area which stand to benefit from such a project since they are now using oil to produce electricity, therefore there is no doubt about the value of such an initiative. Would it be acceptable for your department to make such a recommendation or should it come from the provincial government?

Mr. Lalonde: No, the harnessing of tidal power to generate electricity has been of interest to us for several years. The federal government has made considerable investments in this field. There are no technological reasons which act as impediment to such a project, it is purely a matter of economics and cost comparisons in the production of electricity from sources such as coal or in transporting it from power developments in Quebec, Labrador or Newfoundland.

I think it would be useful to ask the officials who have been studying this question to give us more precise information. I would like to remind you that we are now funding in conjunction with Nova Scotia a pilot project to determine what the

[*Texte*]

velle-Ecosse, un projet-pilote visant à tester la valadité d'une expérience concernant les basses marées ou, la fluctuation assez mineure dans les niveaux des eaux. Évidemment, quand on parle de la Baie de Fundy, on parle d'un tout autre ordre de programme. Il existe encore si je me souviens bien un comité fédéral-provincial qui suit cette question et qui étudie régulièrement l'évolution des dépenses. Je pense que nous sommes plus près des niveaux de rentabilité que nous pouvions l'être il y a cinq ou six ans quand cette question a été étudiée. Mr. Whitham, do you want to comment on that?

Mr. Whitham: I think I can only add to the minister's remarks the fact that the department sees currently the immediate needs as outlined in the national energy program as being derived from the developments of Lepreau, the developments in connection with coal conversion, the possibilities of hydro development in Quebec or in the lower Churchill River being wheeled into the Maritimes and, at the same time, envisages putting in place or conducting this experiment with a stray flow generator on the Annapolis causeway jointly with the Nova Scotia Power Tidal Corporation.

The long-term prospect is, of course, a different matter, sir, and we are hoping that with the experience that we will gain from Annapolis, we will be in a very strong position to look once more at the long-term economics of Fundy tidal power. Currently, in the next decade, our best estimates at the moment are that it is not economic compared with other current options in this time period.

Mr. Portelance: Thank you, Mr. Chairman.

The Chairman: Merci, Mr. Portelance. Mr. MacBain, followed by Mr. McCauley.

Mr. MacBain: Thank you, Mr. Chairman. Mr. Minister, does the United States experience on limiting speed limits on highways confirm that there is a real saving in fuel?

Mr. Lalonde: First of all, as former Minister of Health, I have always favoured that, because it also saves a lot of lives and injuries.

Mr. MacBain: Yes, I appreciate that.

Mr. Lalonde: But even as Minister of Energy I also definitely support such a measure. All the evidence that has been submitted to me indicates that indeed the speed limits that have been in effect in the United States have had a significant effect on consumption. Again, I will turn to the experts. Dr. Efford, would you want to comment on this?

• 1700

Mr. Efford: Well, within the confines of the Canadian system we see a reduction in speed limits having a significant effect on reducing oil consumption and also on reducing very considerably the cost.

Mr. MacBain: Mr. Minister, are we going to take steps, then, if that is the case? I appreciate, being a federal jurisdiction, that we would have to get the co-operation of the provinces, but are you proposing to take steps to get that co-operation to have a speed limit put in?

[*Traduction*]

capacities are in the case of low tides or fairly slight fluctuations in water level. Of course, the Bay of Fundy program is an altogether different one. If my memory serves me right, there is a federal-provincial committee following this question and keeping up on the changes in costs. I think that we are now getting closer to the break-even point than we were some five or six years ago when the matter was first investigated. Monsieur Whitham, avez-vous quelque chose à ajouter?

M. Whitham: J'ajouterai simplement que le ministère estime que les besoins immédiats, tels qu'ils sont décrits dans le programme énergétique national, seront satisfaits par la centrale de Lepreau, la conversion prévue au charbon et la transmission éventuelle d'hydro-électricité en provenance du Québec ou du cours inférieur de la rivière Churchill, qui desservirait les Maritimes. En même temps, on envisage, avec l'organisme provincial chargé de l'énergie marémotrice en Nouvelle-Écosse, un projet-pilote qui consisterait à installer une génératrice sur la digue Annapolis.

Nous espérons que cette expérience à Annapolis nous permettra d'obtenir des renseignements sur les perspectives de rentabilité à long terme de l'énergie marémotrice de la Baie de Fundy. Nos meilleures études prévoient que l'exploitation de cette énergie au cours de la prochaine décennie ne sera pas rentable en comparaison des autres options.

M. Portelance: Merci, monsieur le président.

Le président: Merci, monsieur Portelance. M. MacBain, suivi de M. McCauley.

M. MacBain: Merci, monsieur le président. Monsieur le président, a-t-on constaté aux États-Unis que la limite de vitesse fixée pour les autoroutes représente une véritable économie d'essence?

M. Lalonde: Tout d'abord, en tant qu'ancien ministre de la Santé, j'ai toujours été favorable à cette pratique parce qu'elle empêche beaucoup d'accidents mortels et des blessures.

M. MacBain: Oui, effectivement.

M. Lalonde: Mais j'appuie également cette mesure comme ministre de l'Énergie aussi. D'après tous les renseignements que j'ai reçus, les limites de la vitesse en vigueur aux États-Unis ont eu des répercussions sensibles sur la consommation. Encore une fois, je vais demander l'avis des experts. M. Efford, avez-vous quelque chose à dire là-dessus?

M. Efford: Dans le contexte canadien, nous constatons qu'une réduction de la limite de vitesse entraîne une diminution importante de la consommation de pétrole et, donc, de son coût.

M. MacBain: Monsieur le ministre, dans ce cas, allons-nous prendre les mesures appropriées? Certes, je comprends bien que la collaboration des provinces est nécessaire, mais allez-vous leur proposer d'imposer des limites de vitesse?

[*Text*]

Mr. Lalonde: Let us say that one thing the provincial governments could do immediately, which would not imply getting involved in political drawbacks, would be at least to enforce the present speed limits. I think we are comparatively very lax in this country on speed limits. I cannot speak for all provinces but of those I know, I am always impressed by the speed at which you can drive without getting caught.

An hon. Member: Is that a personal experience?

Mr. Lalonde: I do not drive too much, but the fact is that we could make substantial savings if we at least respected the existing speed limits. One only has to drive on the highways in Canada to see that the speed limit appears to be the minimum. People seem to be reading this as a minimum speed and I think there would be a lot that could be done in terms of gasoline saving in that respect.

As far as the further lowering of the speed limit again is concerned, maybe that should take place. Maybe if it were lowered to 55 miles an hour people would do only 65, while at 60 they do 90 or 80. They seem always to give themselves at least 10 miles over limit. It is a matter of public education, and my information is that in previous discussions and previous federal-provincial conferences, provincial ministers of energy generally have shown interest in this approach, general support, but ministers of transport and attorneys general have been much more reluctant, and even some premiers felt that politically that is not the type of flak they wanted to incur.

There is not much you can do except moral suasion with the provinces on this particular subject, and I hope that the provinces are going to have another look at this very issue. Whatever opportunities I have, I will raise it with them, but I must say that there is not much we can do. We do not have a big stick in this area; that is their responsibility and their decision.

Mr. MacBain: A final question Mr. Minister. While basically I support your national energy program, you will be glad to know . . .

Mr. Lalonde: I hope so.

Mr. MacBain: . . . and basically support the budget, I have to be frank and say I have a concern about energy which everyone has, including yourself and every member of this committee and the Parliament, but I am uncomfortable about one thing. We are on the threshold of new fuels and new technologies, some of which we discussed this afternoon. I am not speaking of fusion, of which we are not on the threshold, but which I am a great believer in. But on those other fuel technology we are on the threshold; for example, fluidized bed combustion of coal, methanol from biomass—and by the way, I am not supporting my friend in making methanol from natural gas although that is a simple way of doing it—coal liquefaction and coal gasification.

We are on the threshold of them, but what concerns me is that these fuels and technologies not only offer us self sufficiency, but they offer us great sales throughout the world of the technology, and what bothers me as a member of Parliament—and I am a new one and maybe not a very patient

[*Translation*]

M. Lalonde: Dans l'immédiat, les gouvernements provinciaux pourraient fort bien, sans que cela ne leur pose de problème politiques, faire respecter les limites de vitesse actuelles. Comparativement à d'autres pays, nous sommes très tolérants à l'égard des limites de vitesse. Je ne sais pas si c'est le cas dans toutes les autres provinces, mais en ce qui concerne celles que je connais, on peut facilement faire des excès de vitesse sans être pris.

Une voix: Est-ce là une expérience personnelle?

M. Lalonde: Non, car je ne conduis pas beaucoup, mais il n'en demeure pas moins que l'on pourrait faire des économies importantes, si on respectait au moins les limites de vitesse actuelles. Il suffit de rouler sur les autoroutes canadiennes pour se rendre compte que la limite de vitesse n'y est apparemment qu'un minimum. Je pense donc qu'on pourrait économiser beaucoup d'essence si on respectait cette limite.

On pourrait peut-être envisager de réduire encore cette limite. En effet, si elle n'était que de 55 milles à l'heure, les gens ne rouleraient qu'à 65 au lieu de 80 ou 90 avec la limite actuelle de 60. J'ai l'impression qu'ils se donnent toujours une marge de 10 milles, au moins. C'est donc une question d'éducation du public, et je sais que, au cours de conférences fédérales-provinciales passées, les ministres provinciaux de l'énergie étaient généralement d'accord avec cette proposition, contrairement aux ministres des Transports, aux procureurs généraux et même à certaines premiers ministres qui craignaient un certain ressac politique.

Le maximum que l'on puisse faire dans ce domaine est d'essayer de convaincre moralement les provinces de la nécessité d'une telle mesure. Je m'engage à le faire chaque fois que je le pourrai, mais c'est le maximum que je puisse faire. En effet, cette question ne relève pas de la compétence fédérale, mais plutôt de celle des provinces.

M. MacBain: Une dernière question, monsieur le ministre. J'approuve votre programme national d'énergie, mais vous serez sans doute intéressé de savoir . . .

M. Lalonde: J'espère que oui.

M. MacBain: . . . que j'approuve également le budget; toutefois, il y a quelque chose qui me chagrine dans ce programme énergétique, et je ne suis pas le seul dans ce comité et même au Parlement à l'être. Nous sommes sur le point de découvrir de nouveaux combustibles et de nouvelles technologies, ainsi que nous en avons discuté cet après-midi. Je ne parle pas du procédé de la fusion, dont on est encore assez loin, mais qui me paraît très prometteur. En ce qui concerne les autres combustibles que nous sommes sur le point de découvrir, citons la combustion du charbon en lit fluidisé, le méthanol tirée de la biomasse, même si je ne suis pas d'accord pour faire du méthanol à partir du gaz naturel, la liquifaction et la gazéification du charbon.

Nous sommes donc sur le point de faire des découvertes importantes en ce qui concerne toute cette technologie, qui nous permettront, non seulement d'atteindre l'autarcie énergétique, mais aussi de réaliser des ventes importantes dans le monde entier. Je sais que je ne suis guère patient, mais

[*Texte*]

person, basically I am not—is that I would like to get on with this thing. What worries me is we do not have a specific objective and a specific time frame and a specific agency group or industry that is going to grab hold of, let us say coal liquefaction. A is going to do that, and I do not care who A is; A is going to give us from demonstration, which we are at now, right through to commercialization. Nobody is saying who A is or what the time frame is, and the two difficulties of that are as follows, Mr. Chairman. First, it affects self-sufficiency, and that is very important. Secondly, it affects sales in Canada and abroad. In other words, we are going to end up buying that technology.

• 1705

An example of that, Mr. Minister, is France. I have tremendous respect for France on that la Rance project. While we were wasting time talking, France went ahead. It invested money, told an agency, go ahead; here is your time frame, here is your objective, produce a tidal energy generator, and it went ahead and did it. Now the laugh of it is that they are over here selling us their technology, they are selling it all over the world, and we are sitting here.

Another example of what I am trying to say we should be doing is AECL, which I give the government credit for, and I was not involved in government at that time. AECL had a specific thing to do, and I think it did it and it did it well. And down in the United States they put a man on the moon. I think it was Kennedy who gave the space agency a time frame, an objective: put a man on the moon; here is your time frame, here is the person who is going to do it.

To go back to la Rance, they are making energy right now and putting it into the grid. AECL is making a large amount of energy from nuclear. Some of you may not agree with nuclear, but that is another question. We have had a man on the moon and they have gone far beyond that in the United States. I think the two documents you referred to are on the right track, but I say to you very sincerely, Mr. Minister, I think we are not going far enough, fast enough. You might say to me that I am a socialist because I want the government to get involved more and more in doing things. This is what Mark Rose tells me every damned day.

Mr. Rose: He is improving.

Mr. MacBain: I say to you, Mr. Minister, I am very, very concerned that we are sitting on technologies, we are sitting on fuels. We are right on the threshold of commercialization, and they are staying at the demonstration or lab or desk state. They are not moving to commercialization. If you or I just sit back, or if the Government of Canada sits back and just hopes, I say to you, Mr. Minister, it is not going to happen in time to give you self-sufficiency; it is not going to happen in time to get Canada into a position to sell those technologies throughout the world. I would hope my committee will support me in a

[*Traduction*]

j'aimerais bien qu'on prenne des mesures à cet égard. Ce qui m'inquiète, dans le domaine de la liquéfaction du charbon, par exemple, c'est que nous n'avons pas d'objectifs précis, pas plus que nous n'avons chargé un groupe quelconque de s'occuper de la question. Un tel va faire cela, et peu m'importe qui est-ce, un tel; un tel va s'occuper de tout, de l'expérimentation à la commercialisation du produit. Or, nul ne sait qui est-ce «un tel», ni quel est son calendrier de réalisation, et à mon avis, monsieur le président, cela affecte grandement l'autarcie de notre pays. Deuxièmement, cela affecte nos ventes au Canada et à l'étranger. En d'autres termes, il va nous falloir acheter cette technologie.

Un exemple de cette situation, monsieur le ministre, est la France. J'admire beaucoup le projet de l'usine marémotrice de la Rance. Pendant que nous palabrions, la France a agi. Elle a investi de l'argent, a chargé un organisme de prendre les mesures nécessaires et c'est ainsi que, après avoir arrêté des objectifs, elle a pu réaliser ce projet d'énergie marémotrice. Elle a donc réussi. L'ironique de toute cette situation, c'est que la France nous vend maintenant sa technologie, comme elle le fait d'ailleurs dans le monde entier, et que nous autres, nous attendons toujours.

J'aimerais maintenant prendre l'exemple de l'EACL, à propos de laquelle je félicite le gouvernement, même si je n'en faisais pas partie à cette époque. Cette société de la Couronne avait un mandat précis et elle s'en est bien acquittée. Les États-Unis quant à eux, ont envoyé un homme sur la lune. C'est Kennedy qui a confié à l'organisme spatial une certaine mission, à savoir envoyer un homme sur la lune; une fois que les objectifs et les responsabilités sont bien arrêtés, tout va bien.

A l'usine de la Rance, on produit actuellement de l'énergie qui alimente son réseau national d'électricité. L'AECL produit beaucoup d'énergie nucléaire. Certains d'entre nous ne sont peut-être pas d'accord sur ce procédé, mais c'est une autre question. Les États-Unis ont déjà envoyé un homme sur la lune et ils ont fait bien plus que cela depuis. A mon avis, les deux documents dont vous avez parlé sont un exemple de ce qu'il faut faire, mais je crois très sincèrement, monsieur le ministre, que nous n'avancons pas assez vite. Vous allez peut-être me traiter de socialiste parce que je demande au gouvernement d'intervenir dans un plus grand nombre de domaines. C'est d'ailleurs ce que Mark Rose me dit tous les jours.

M. Rose: Il fait des progrès.

M. MacBain: Monsieur le ministre, je m'inquiète beaucoup de voir que nous ne faisons rien avec toutes ces nouvelles technologies et tous ces nouveaux combustibles. Ces nouvelles technologies sont sur le point d'être commercialisées, et nous, ont en est toujours à l'étape de l'expérimentation ou de l'essai en laboratoire. Si le gouvernement du Canada se contente d'attendre et d'espérer, nous n'arriverons jamais, monsieur le ministre, a obtenir l'autarcie énergétique à temps pour que le Canada puisse vendre toutes ses technologies aux autres pays. J'espère que les membres de mon Comité m'appuieront pour

[*Text*]

strong paragraph on that, but it needs more than us, Mr. Minister; it needs your help.

The Chairman: It started out as our committee. Now it is his committee.

Mr. Lalonde: I am indeed happy to see your impatience, and I cannot help but feel that I do share it.

There are several points that could be made but I will try to limit my comments to just a few words. You take the example of tidal power in France. There is nothing like necessity to provide you with the determination to do something. We have been fortunate in this country in that up to now we have had no need for tidal power. All across the country we could get good, cheap hydro electricity. Even today, tidal power is an expensive form of energy. We can get nuclear, we can get hydro, we can get electricity generation out of coal more cheaply, it appears, than we can get it out of tidal.

I think it is important that we invest in terms of new technology, but that new technology has to be related to our needs. In that sense, Canada is fortunate because relatively we have some time. Some countries have their backs to the wall and they have to go for this or that option, whatever the cost, because that is all they have and that is all they can do. You can say, after the fact, great, because they discovered a useful technology that they can sell abroad. We are in a more fortunate situation, in that we have options, and we have time to choose the best options in terms of the allocation of what has to be, anyway, scarce funds—even if it is billions of dollars, it is still scarce compared with what you could spend.

• 1710

Take the case of coal gasification. We have gas coming out of our ears at the present time, so we do not need coal gasification as a very urgent matter in terms of self-sufficiency. We may need coal ligquefaction. That is an area in which we have shown interest. We have indicated that we are ready to entertain a partnership with foreign interests, we are ready to entertain this type of investment from abroad, for export even, and have this proceeded with quickly.

We have established a new task force in the area of alternative liquid fuels. That task force is answering to the Research and Development Energy Panel that has been set up—the chairman of which will be Dr. Tony Taylor, and about which Dr. Efford may want to talk more.

What you have to realize, with this program, is that it is the first time that we have had, in the national government, the Government of Canada, significant amounts of money to spend in the area of energy research and development on new initiatives. Up to now, with the share we have had, especially from the sale of petroleum products, this national government has barely had enough to go after the most urgent and the simplest of things—little conservation programs, the types of programs we have had over the last few years, which have been helpful and effective but still, comparatively, rather small

[*Translation*]

que notre rapport soit très ferme là-dessus, mais je crains, monsieur le ministre, que ce ne soit pas suffisant; en effet, nous avons besoin de votre aide.

Le président: Il a commencé avec «notre» comité, et maintenant c'est «son» comité!

M. Lalonde: A vrai dire, votre impatience me réjouit et je ne puis m'empêcher de la partager.

J'aurais beaucoup de choses à vous dire, mais je vais me limiter à quelques remarques. Prenons l'exemple de l'énergie marémotrice en France. La nécessité est le meilleur moyen de déterminer quiconque de faire quelque chose. Notre pays a eu la chance de ne pas avoir besoin d'énergie marémotrice, puisqu'il pouvait obtenir de l'énergie hydraulique à très bon marché. Même encore aujourd'hui, l'énergie marémotrice est une forme d'énergie très coûteuse. Nous pouvons obtenir de l'électricité à partir d'une centrale thermo-nucléaire, d'une centrale hydroélectrique et d'une centrale à charbon à un coût semble-t-il bien moins élevé qu'une usine marémotrice.

Il importe que nous investissions dans de nouvelles technologies, mais celles-ci doivent être fonction de nos besoins. A cet égard, nous avons la chance d'avoir le temps de réfléchir. En effet, beaucoup d'autres pays ont été pris au dépourvu et ont été obligés de choisir telle ou telle option, quelqu'en soit le coût, parce que c'était la seule qui s'offrait à eux. C'est facile de dire après coup que c'était un projet fantastique et que le pays en question a découvert une technologie très utile qu'il peut vendre à l'étranger. Nous avons la chance, nous, d'avoir plusieurs options et d'avoir le temps de réfléchir pour choisir la meilleure en fonction du peu de fonds dont nous disposons. En effet, même si l'on parle de milliards de dollars, c'est encore très peu par rapport à ce qu'on pourrait dépenser.

Prenons l'exemple de la gazéification du charbon. A l'heure actuelle, nous avons du gaz naturel jusqu'au cou et la gazéification du charbon n'est donc pas une question très urgente lorsqu'on parle d'autarcie énergétique. Il se peut que la liquéfaction du charbon nous soit utile et nous avons manifesté un certain intérêt à l'égard de ce processus. Nous avons indiqué que nous étions prêts à collaborer avec des intérêts étrangers et à accepter des investissements étrangers, même pour l'exportation, afin d'accélérer tout le processus.

Nous avons constitué un nouveau groupe de travail chargé d'étudier les autres combustibles liquides. Ce groupe de travail relève du Groupe de la recherche et du développement de l'énergie, dont le président est Tony Taylor; M. Efford vous en dira quelques mots.

Il faut bien reconnaître que c'est la première fois que le gouvernement du Canada consacre, dans le cadre d'un tel programme, des fonds importants à la recherche et au développement dans le domaine de l'énergie. Jusqu'à présent, avec la part que nous avions et qui provenait essentiellement de la vente du produit pétrolier, le gouvernement national avait tout juste de quoi répondre aux besoins les plus urgents. Ainsi, au cours des années passées, nous avons eu de petits programmes de conservation de l'énergie qui, certes, ont été utiles et efficaces, mais qui, comparativement à la tâche qui nous

[*Texte*]

compared with what the task ahead means. If you look at the terms of the funds allocated for research and development over the next few years in this program and compare these with where we were in the last few years, we are making a tremendous jump. It means that the federal government needs to have access to a greater share of the funds in the area of energy, which we have not had in the past. We have those funds now.

As to the idea of saying we designate you and you and you to do it, there are limits, again, as to how much much you can order things around. In the area of coal, for instance, the provinces control those resources. They have to be involved as to whether they want that coal to be developed, and they have a say in who is going to develop it. In the area of coal liquefaction, I am happy that since the announcement of our paper on coal, if I remember correctly, there have been three groups that have come up saying that they are interested in getting into that—and that has been in the space of two months.

I am reasonably confident that things are happening, and they are happening pretty quickly. But, again, there are other partners involved. It is a matter of pushing, but not necessarily dictating that tomorrow morning this one is going to do the job; you have to take into account the other partners in the deal, otherwise the whole thing may flounder.

The Chairman: I will have to move on to Mr. McCauley.

Mr. Lalonde: May I ask Dr. Efford to add a word?

The Chairman: Yes. Dr. Efford, please.

Mr. Efford: Just to expand on a couple of things the minister has said: The R&D funding for alternative liquid fuels will be of the order of $15 million dollars next year, which is a very significant increase in funding. The emphasis in that funding, in that expenditure, will be more on commercialization than on pure detailed research, so the thrust is moving in that direction. Also, the emphasis in the area of biomass to alternative liquids, again, is on commercialization. I think you have already received copies of the Stone Report that we prepared; that stressed the movement towards the production of ethanol from wood, and I hope there will be, a plant established within this next year, which will be the first commercial plant to try to compete in the production of ethanol from wood.

At the same time, you know about the Mobil plant in Manitoba, which is looking at the other end of that spectrum, that is the production of ethanol from grain.

• 1715

I think also if you are talking about alternative liquids from methanol, you are talking about firstly going through a gasification stage and again I think a commercial plant which will at least be successful to gasification stage will be available within the next year and work is going on in that area. So there is a stress on alternatives. There is a stress on the commercialization part rather than the pure R&D and there is

[*Traduction*]

attend, sont assez minimes. Si vous comparez les crédits alloués à ce programme de recherche et de développement pendant les prochaines années à ceux qui avaient été alloués pendant les années précédentes, vous constaterez que nous avons fait un progrès énorme. Cela signifie que le gouvernement fédéral doit prévoir une plus grande part des fonds qui sont investis dans le domaine de l'énergie, ce qui n'était pas le cas dans le passé. Nous avons donc ces fonds maintenant.

Quand vous dites qu'il faut charger un tel de faire ceci ou cela, dans un certain délai, je vous répondrai qu'il y a des limites à cela. Dans le domaine du charbon, par exemple, les provinces contrôlent leurs ressources. Elles doivent donc participer à toute décision prise au sujet de ces ressources. Dans le domaine de la liquéfaction du charbon, j'ai été heureux de constater que, depuis la publication de notre document sur le charbon, c'est-à-dire depuis deux mois, trois groupes se sont dits intéressés à participer.

Je suis donc convaincu que cela va bouger et que tout le processus a été déclenché. Toutefois, et je le répète, nos partenaires ont également leur mot à dire. Il faut donc essayer de les convaincre, en évitant de leur imposer quoi que ce soit, de faire telle ou telle chose. Sinon, tout risque de tomber à l'eau.

Le président: Je vais maintenant donner la parole à M. McCauley.

M. Lalonde: Puis-je demander à M. Efford d'ajouter quelques mots?

Le président: Oui. Monsieur Efford, vous avez la parole.

M. Efford: J'aimerais ajouter quelques mots à ce que vient de dire le ministre. Les crédits alloués à la recherche et au développement d'autres combustibles liquides s'élèveront à une quinzaine de millions de dollars l'année prochaine, ce qui représente une augmentation très importante. Ce budget accordera plus d'importance à la commercialisation qu'à la recherche pure; nous avançons donc dans cette direction. Je pense que vous avez déjà reçu des exemplaires du rapport Stone, que nous avons préparé, et qui souligne l'importance croissante de la production d'éthanol à partir du bois; j'espère que la première usine commerciale sera construite l'année prochaine et qu'elle nous permettra de faire face à la concurrence en ce qui concerne la production d'éthanol à partir du bois.

Parallèlement, vous savez sans doute que l'usine Mobil, au Manitoba, envisage de produire l'éthanol à partir de céréales, ce qui est un procédé radicalement différent.

Lorsqu'on parle de combustible liquide obtenu à partir du méthanol, il faut tout d'abord envisager l'étape de la gazéification; l'usine commerciale qui sera construite l'année prochaine nous permettra, je l'espère, de franchir cette étape avec succès. Le nouveau budget met donc l'accent sur les autres combustibles liquides. Il met également l'accent sur la commercialisa-

[*Text*]

a lot more money going into that area than there was in the past.

Mr. Chairman: Mr. McCauley please. He has been waiting very patiently.

Mr. McCauley: Mr. Minister, I would like to begin with a fairly parochial question relating to Atlantic Canada. On page 11 of your brief, you state:

> In Nova Scotia and New Brunswick, much of the electricity going into homes is generated from oil, and this represents difficulties in justifying conversions from heating oil to electricity. We are discussing this problem now with these provinces.

There is a perception, in New Brunswick at least, that the federal government is shafting New Brunswick in this respect. It is also, I think, shared by the media and the man on the street. The provincial government, as you know, contends that your assessment of how much electricity is produced by oil, is not accurate, and so on and so forth. Can you give us an update on the negotiations or exchanges that you are having with the Province of New Brunswick in this regard?

Mr. Lalonde: Yes. Firstly, I would like to add, to what Mr. MacBain said. I said there are three projects on co-liquefaction. I would just like to stress there are two of them which involve Petro-Canada, so the national government is directly involved in those initiatives.

As far as the point you raised, Mr. McCauley, the situation in New Brunswick is obviously somewhat different from the one in Nova Scotia and we have always recognized that and we have enunciated a general statement of policy to the effect that it would be completely silly to encourage substitution to electricity generated from oil. It would be a total waste of energy. I am happy to see that the Minister of Energy for Nova Scotia, for instance, came very strongly in support of that position saying that it did not make sense. In New Brunswick there is less coal used for the production of electricity and with the coming into production of Lepreau, percentages are going to go down even more substantially. So there has never been any intention of preventing the use of the excessibility to electricity as a form of conversion in New Brunswick, never. We have enunciated this general statement of policy. We have indicated that this would be discussed with every province and that we wanted to arrive at a situation where those conversion grants would be available where electricity meant really a switch away from oil. I am sorry. That the switch would be away from oil whether into electricity or other forms of energy.

I have had discussions personally with the Minister of Energy over the phone in New Brunswick and my officials have had discussions also. We are working, very actively now on ensuring that the plant at Coleson Cove is going to be transformed into coal generation, coal generated electricity rather than oil generated electricity. The government agrees to that. We want to get firm commitments from the government of New Brunswick that they are going to do this and not just

[*Translation*]

tion, plutôt que sur la recherche fondamentale, et il est beaucoup plus élevé que par le passé.

Le président: Monsieur McCauley, vous avez la parole. Vous avez été très patient.

M. McCauley: Monsieur le ministre, j'aimerais tout d'abord aborder une question plutôt locale puisqu'elle concerne la région de l'atlantique. A la page 11 de votre mémoire, vous indiquez:

> En Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick, la majeure partie de l'électricité qui alimente les maisons est produite à partir du pétrole, d'où la difficulté de justifier une conversion du chauffage au mazout au chauffage électrique. Nous discutons actuellement de ce problème avec ces provinces.

Le Nouveau-Brunswick tout au moins a l'impression que le gouvernement fédéral essaye de le rouler. C'est ce que pense également la presse et le simple citoyen. Le gouvernement provincial prétend que les chiffres que vous citez en ce qui concerne la quantité d'électricité produite avec du pétrole sont faux, etc . . . Pourriez-vous nous dire ce qu'il en est des négociations qui ont lieu avec la province du Nouveau-Brunswick à cet égard?

M. Lalonde: Oui. Premièrement, j'aimerais préciser une réponse que j'ai donnée tout à l'heure à M. MacBain. J'ai dit qu'il y avait actuellement trois projets de liquéfaction du charbon. Je voudrais simplement vous signaler que Petro-Canada participe à deux d'entre eux; le gouvernement national participe donc directement à ces initiatives.

En ce qui concerne votre question, monsieur McCauley, la situation au Nouveau-Brunswick est évidemment différente de celle de la Nouvelle-Écosse, ce que nous avons toujours reconnu. Nous avons fait une déclaration générale indiquant qu'il serait tout à fait ridicule d'encourager la conversion à l'électricité produite à partir du pétrole. En effet, cela serait un pur gaspillage d'énergie. Je suis heureux de voir que le ministre de l'Énergie de la Nouvelle-Écosse en l'occurrence, approuve tout à fait cette prise de position. Au Nouveau-Brunswick, on utilise moins de charbon pour produire de l'électricité et, avec l'entrée en service de l'usine Lepreau, ce pourcentage diminuera encore plus. On n'a donc jamais eu l'intention d'empêcher l'utilisation de la capacité excédentaire d'électricité sous une autre forme, dans cette province. Nous avons fait cette déclaration générale en indiquant qu'on en discuterait avec chaque province, car nous voulions subventionner la conversion du chauffage au pétrole au chauffage électrique ou autre.

Je me suis déjà entretenu personnellement de cette question avec le ministre de l'Énergie du Nouveau-Brunswick, et des discussions ont eu lieu au niveau des fonctionnaires. Actuellement, nous essayons de nous assurer que l'usine de Coleson Cover sera bien convertie afin de produire de l'électricité à partir du charbon, et non à partir du pétrole. Le gouvernement est d'accord. Nous voulons simplement nous assurer auprès du gouvernement du Nouveau-Brunswick qu'il va bien réaliser

[*Texte*]

talk about it for another one, two, three, four, five years and these talks are going on. I hope we will get these issues resolved and can get a clear and firm categorical program of transformation of the Coleson Cove plant. As you know, we have substantial amounts of money available exactly for this that will be paid by the federal taxpayer. Then it makes sense to talk in terms of making electricity transformation available. People will have to decide whether it is cheaper or not. They will have to look at the bills, the relative bills. We are not opposed to electricity conversion in New Brunswick. We want to discuss this with the province and make sure that it will be possible to do this. I remind you that the grants are available on a basis of up to 75 per cent of the cost of acceptable conversions. So we may be paying up to 75 per cent of the conversion of Coleson Cove, and if the government of New Brunswick agrees to this, we will be in a position to make the program available for electricity conversion.

• 1720

Mr. McCauley: So what you are saying right now is that the ball is in New Brunswick's court?

Mr. Lalonde: Very definitely. We are discussing with them, we are waiting for them to conclude those discussions, to have an agreement with them, and once we have an agreement we will be able to move without delay.

Dr. Whitham.

Mr. Whitham: This is quite correct. The New Brunswick Power Commission have made a preliminary study and are in the throes of coming back to the federal government on a pre-feasibility study for the conversion of Coleson Cove. So discussions between officials are under way on that particular matter as well as on the general program.

Mr. Lalonde: I can tell you that the New Brunswick government is not taken by surprise by this, because I raised this issue with them as early as last spring and I indicated that we wished them to switch their system at Coleson Cove away from oil. They have been warned about this, as well as the government of Nova Scotia. When the program came, I can tell you it was no surprise to them. They probably were pleasantly surprised that we were ready to pay 75 per cent of it.

Mr. McCauley: On page 3 of your brief you talk about the transportation sector—automobiles and so on and so forth. You fairly accurately and fairly well describe the problem that automobiles constructed to suit American standards do not necessarily reflect the realities of the situation in Canada. It is a good statement of the problem; but what is the solution? In that regard, I believe our excellent research staff have some questions which I probably should put to you. For example, if Canada should set standards for fuel efficiency and emissions which are different from those set in the United States, how will we enforce our standards, given the fact that our automotive technology is imported? Would the same sort of difficulty not also arise if Canada were to choose a different alcohol fuel

[*Traduction*]

cette conversion, et pas simplement continuer à en parler pendant quatre ou cinq ans. J'espère donc que tout cela sera réglé dans un proche avenir et que nous aurons un programme radical de conversion de l'usine de Coleson Cove. Comme vous le savez, des montants importants sont prévus dans le budget pour ce genre de programme, montants qui seront financés par le contribuable fédéral. Je pense donc qu'il est tout à fait raisonnable de parler de plus en plus de conversion à l'électricité. Les gens devront décider, d'après leur facture si cela revient meilleur marché ou pas. Nous ne nous opposons donc pas à la conversion à l'électricité au Nouveau-Brunswick. Nous voulons simplement en discuter avec la province et nous assurer que cela est réalisable. Je ne vois pas qu'on puisse toucher jusqu'à 75 p. 100 du coût d'une conversion au titre de subvention. Nous pourrions donc verser jusqu'à concurrrence de 75 p. 100 de la conversion de Coleson Cove, et si le gouvernement du Nouveau-Brunswick est d'accord, on pourra se prévaloir de ce programme pour les conversions à l'électricité.

M. McCauley: C'est donc aux autorités du Nouveau-Brunswick de jouer?

M. Lalonde: En effet. Lorsque nous aurons conclu un accord avec eux, on pourra ensuite aller de l'avant.

Monsieur Whitham.

M. Whitham: C'est tout à fait exact. La Commission d'énergie du Nouveau-Brunswick a fait une étude préliminaire et doit soumettre au gouvernement fédéral une étude de pré-faisabilité relativement à la conversion de Coleson Cove. Des discussions sont donc en cours à ce sujet, ainsi qu'au sujet du programme général.

M. Lalonde: Le gouvernement du Nouveau-Brunswick n'a d'ailleurs pas été pris de court, j'avais abordé la question avec lui au printemps dernier, expliquant que nous avions l'intention de convertir Coleson Cove de façon à ne plus utiliser du pétrole. Les autorités de la Nouvelle-Écosse avaient d'ailleurs été également averties. Ils ne peuvent donc pas prétendre que le programme constituait une surprise pour eux, la seule surprise étant que nous étions disposés à payer 75 p. 100 des frais.

M. McCauley: A la page 3 de votre mémoire, vous avez évoqué le secteur des transports, notamment les automobiles, etc. Vous y dites, à juste titre, que les voitures fabriquées conformément aux normes américaines ne sont pas nécessairement adaptées à la situation canadienne. Quelle solution proposez-vous? Je voudrais, si vous le permettez, vous énumérer plusieurs questions posées par nos recherchistes. Si le Canada décidait d'adopter des normes d'efficacité et d'émissions différentes de celles des États-Unis, comment ces normes seraient-elles mises en vigueur, notre technologie automobile étant importée? De même, qu'arriverait-il si nous choisissions un combustible à base d'alcool différent de celui obtenu par les États-Unis? La solution ne consisterait-elle pas à créer une industrie automobile canadienne?

[*Text*]

option from that chosen in the United States? Could a made-in-Canada automotive industry be an outcome of all that?

Mr. Lalonde: I ask Dr. Taylor, who is Director of Transportation Energy and Alternative Liquid Fuels, to cover this particular subject.

Dr. Tony Taylor (Director, Transportation Energy Branch, Department of Energy, Mines and Resources): I think Mr. McCauley, the national energy program suggested the direction, as you have yourself, that standards more appropriate to Canada and its feedstocks and its opportunities, its needs, were going to be pursued by the government.

Your question is perhaps suggesting that the creation of such standards is not a feasible option for Canada because we do import the technology and we do not have very much control over the vehicles that come in and therefore what can we do to influence it anyway? I think there are some concerns of that sort, but the government has had discussions with motor vehicle manufacturers along these lines. The Minister of Transport, for example, received a delegation from the major motor vehicle manufacturers, represented by both Canadian and U.S. officers.

They talked about opportunities to manufacture in the United States two kinds of vehicles: vehicles for American markets, which they saw as developing rather differently from world markets, and then they talked about a world car, which they saw an opportunity to make with American and Canadian capital and labour, to compete on the world markets with other countries which were also, as we know, making an attempt to get that world car market. They felt this world car might be quite a flexible vehicle. They seemed to feel Canada's needs in particular might make it a very good target market for this kind of vehicle, and they welcomed continuing discussions with us on exactly what our needs are in the fuels we are going to have available, the environment for operating that vehicle—weather, emissions, air quality, and that sort of thing. They felt that they could reach quite an acceptable technology and produce it with Canadian help as well but not to amount to what you might refer to as a made-in-Canada automotive industry. I think they were making a pitch to the Minister of Transport that the system, pretty much as it exists today, could move itself to respond to Canada's needs and it is in that spirit that I believe the government and the minister are supporting standards for fuel economy that are expressly designed for Canada.

• 1725

Mr. McCauley: One last question, Mr. Minister. Conversion grants, CHIP program, retrofit programs, et cetera, et cetera. My colleagues have asked questions about those who rent—is there any assistance for them. I would like to expand on that a bit. What about institutions, hospitals, nursing homes. An $800 grant is not going to do very much for a hospital or a nursing home. Has there been any thought given to special provisions for those kinds of institutions, to make a more realistic grant for them, to take advantage of these conversion grants?

[*Translation*]

M. Lalonde: Je demanderai à M. Taylor, directeur de la Direction des énergies de transport, de vous répondre.

M. Tony Taylor (directeur, Direction des énergies de transport, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources): Le programme national de l'énergie précise justement que le gouvernement compte élaborer des normes plus conformes aux besoins et conditions du Canada.

Vous sembliez dire que ce n'est peut-être pas une option pratique pour nous, étant donné que nos voitures sont importées et que leurs normes de construction nous échappent. C'est vrai dans une certaine mesure, mais néanmoins le gouvernement a déjà soulevé cette question avec l'industrie automobile. Ainsi, le ministre des Transports s'est entretenu avec les représentants des principaux constructeurs d'automobiles, aussi bien américains que canadiens.

Lors de ces entretiens, il a été question de la fabrication de deux types de voitures aux États-Unis; d'une part, des voitures destinées exclusivement aux marchés américains, et, d'autre part, une voiture destinée au marché international. Ils font appel pour cette dernière à la main-d'œuvre et à des capitaux américains et canadiens; la voiture étant conçue pour être vendue sur les marchés internationaux, elle devra être à même de concurrencer les différents fabricants qui, eux aussi, se sont lancés à l'assaut du marché international. Les besoins spéciaux du Canada en font sans doute un excellent marché pour cette voiture internationale. Les discussions se poursuivront donc afin que nous leur fassions part de nos besoins en matière de carburant, d'environnement, de conditions météorologiques, d'émissions, etc. Les spécialistes estiment qu'il y aura moyen de mettre au point une technologie parfaitement adaptée à laquelle contribueront d'ailleurs les fabricants canadiens. Cela ne veut pas dire pour autant que l'on créera au Canada une industrie autobomile réellement autonome. Ils ont essayé d'expliquer au ministre des Transports que l'industrie automobile nord-américaine est parfaitement capable de répondre aux besoins du Canada. C'est ainsi que le ministre et le gouvernement ont décidé de lancer des normes d'économie de combustible mises au point en fonction des conditions canadiennes.

M. McCauley: Une dernière question, monsieur le ministre. Parlant des subventions de conversion, du programme d'isolation thermique, des programmes de modernisation etc., certains de mes collègues ont demandé si les locataires pourraient également bénéficier d'une aide. J'aimerais quant à moi savoir ce qui en est des institutions, des hôpitaux et des maisons de repos pour lesquels une subvention de $800 est une goutte dans la mer. Avez-vous envisagé la possibilité d'accorder des conditions spéciales à ces institutions de façon qu'elles puissent, elles aussi, se prévaloir des subventions de conversion.

[*Texte*]

Mr. Lalonde: We have got something special for the Atlantic there.

Dr. Efford.

Mr. McCauley: Just a minute; I will get my pen out and write it down.

Mr. Lalonde: Note it down. You can announce it.

Mr. Efford: In the four Atlantic provinces, the industrial retrofit program, which has a budget of $47 million, includes institutional establishments. It does not include municipalities and schools but it includes other institutional establishments; and it does not include provincial government buildings.

But that provides grants and also provides for the energy bus to visit. It provides consulting services to help the owners establish exactly where their investment should be and the consulting grant is up to 90 per cent of the cost. The amount of the grant to the institution is dependent on their energy bill and there is a formula on which it is calculated.

Mr. McCauley: This does not include apartments, I take it?

Mr. Efford: No, it does not include apartments.

I might add that the administration of that program will be by the province.

Mr. Lalonde: But the grants will be paid by the federal government.

Mr. McCauley: Yes, well that creates a problem. But perhaps that is a political question that you do not want to get into.

The Chairman: I promised Mr. Rose that I would come back to him, and our project manager had one or two questions. But Mr. Minister, could you tell us approximately what time you have to leave?

Mr. Lalonde: The other committee can wait.

The Chairman: That is good.

Mr. Rose, please.

Mr. Rose: I would just like to reiterate Mr. Gurbin's concerns about whether or not we might be wasting our time, but I am considerably reassured by what you said; because this has taken a great deal of time and I think the committee has made a very serious study. I am not sure that we have come to all the conclusions and we certainly are not experts in the case compared to the men behind us, but it is very important for us not to be just sort of window dressing: that would make most of us very unhappy.

At the risk of being more tiresome than usual, I would like to return a little bit to that area that I discussed earlier, because I do not think Dr. Whitham agreed to do what I asked him to do—at least I did not hear him say that.

According to my information, in this new energy plan, in the next three years, the petroleum industry, in terms of helping investors, are going to get something like $2.5 billion; new programs for energy, $8 billion; and those people who switch and convert $1.6. Conservation gets $1.1 billion including a good deal of that for nuclear.

[*Traduction*]

M. Lalonde: Des conditions spéciales ont été prévues pour la région atlantique.

Monsieur Efford.

M. McCauley: Un instant. Permettez que je prenne un stylo et une feuille de papier pour noter.

M. Lalonde: Excellente idée.

M. Efford: Le programme de modernisation industrielle pour les quatre provinces atlantiques dispose d'un budget de 47 millions; ce programme s'applique, entre autres, aux institutions comme les hôpitaux, mais pas aux municipalités, aux écoles ou aux édifices des gouvernements provinciaux.

Ce programme industriel comporte des subventions ainsi que des autobus de l'énergie qui fournissent des renseignements techniques permettant aux propriétaires ou aux directeurs de calculer le montant des dépenses effectuées; ces subventions peuvent s'élever jusqu'à 90 p. 100 des coûts. Le montant des subventions accordées aux institutions est calculé en fonction de leur facture d'énergie, ce calcul se faisant selon une formule prévue au programme.

M. McCauley: Donc ce programme ne s'applique pas aux appartements?

M. Efford: Non.

Il sera administré par les autorités provinciales.

M. Lalonde: Les subventions seront versées par le gouvernement fédéral.

M. McCauley: Cela soulève une difficulté. Il s'agit sans doute d'une question politique que vous ne désirez peut-être pas aborder.

Le président: J'ai promis à M. Rose qu'il aurait l'occasion de poser encore une question; notre directeur des projets a, lui aussi, une ou deux questions à poser. A quelle heure pensez-vous partir, monsieur le ministre?

M. Lalonde: L'autre comité n'a qu'à attendre.

Le président: Parfait.

Monsieur Rose.

M. Rose: Tout comme M. Gurbin, je me demandais si nous n'étions pas purement et simplement en train de perdre notre temps. Vos réponses m'ont néanmoins rassuré dans une certaine mesure, bien que tout ceci ait pris énormément de temps. Même si nous ne sommes pas des experts comme nos conseillers, il ne faudrait surtout pas que nous servions d'alibi.

Au risque de vous ennuyer plus que de coutume, j'aimerais revenir au sujet dont il était question tantôt, car sauf erreur, M. Whitham n'a toujours pas répondu à ma question.

Au cours des trois années à venir, le nouveau plan énergétique prévoit 2.5 milliards de dollars pour l'industrie pétrolière, 8 milliards au titre des programmes énergétiques nouveaux, 1.6 milliard pour la conversion et 1.1 milliard pour la conservation, une bonne part de ce dernier montant étant destinée à l'énergie nucléaire.

[*Text*]

So the three-year conservation renewables program amounts to about 13.5 per cent of that total budget. Now I would like to have that confirmed. That is my assertion and I would like to have that confirmed, even though I may not be able to have that confirmed today. It relates to an earlier suspicion I have—and maybe it is the proper one; I do not know—that the emphasis is really on the supply side—and on oil. You know, there is no fuel like an oil fuel. I am not certain that everyone would accept that. So I wonder if I could ask these questions and the deputy minister could provide me at some time with an answer: what is the new money on alternatives and renewables, and the total money on conservation and R & D including details surrounding that $260 million of which $50 million Dr. Whitham said is going to be spent on waste management, and the total money to be expended on the supply side? What that really does is put into some perspective my concerns about it all.

• 1730

Mr. Lalonde: We will put that in writing for you.

Mr. Rose: The other thing is that the minister has said in the past of that $1.2 billion unspecified on page 90 that renewables will have a fair call on it. Now, what concerns me a little bit is that we are not spending all that much money compared to some other countries. Maybe we have the options, as you said earlier, but the Swedes, for instance, are spending about three times as much as we are in a country about one third the size on demonstrations and energy R & D. Okay, that is one topic.

Now, the other question is if it is the case that the emphasis is still on the supply side, how much of that is dictated or influenced by the fact that you can tax. You talked about the need for new revenue and that you have not had a fair cut of the revenue in the past and that is why you could not do some of these other things, but you also stand to gain a great deal in terms of taxes on the new sources, is that not the case? What I would like to know is, could that be part of the motivation for what I regard here as perhaps a little bit of a distortion—maybe a fair amount of distortion; I am not in a position to say.

Mr. Lalonde: No. I think one has to keep a sense of perspective about this. Because one says renewable it does not suddenly acquire a great virtue, that whatever the cost it is the thing that one should swallow or bite. The rules of economics still apply, and if you can get a nonrenewable fuel at a much cheaper cost than renewable fuel, then you have an economic decision to make as to whether you should nonetheless proceed with it even at a much higher cost, rather than use the traditional forms of energy that are cheaper. There is a value judgment that comes there, and there is also a basic economic judgment that comes into this at a certain time.

Mr. Rose: But the minister would admit, would he not, that the economics are always distorted in terms of the oil industry.

Mr. Lalonde: Why do you say that?

[*Translation*]

Les montants prévus pour la conservation des énergies renouvelables représentent donc 13.5 p. 100 du budget global. Pourriez-vous me confirmer ces chiffres? Pas nécessairement aujourd'hui. Tout ceci semble me confirmer dans l'idée que vous attachez davantage d'importance à l'offre et au pétrole qu'à la demande et aux énergies douces. Tout le monde n'attribue pas la même primauté au pétrole. Le sous-ministre pourrait-il donc me fournir les chiffres, pas nécessairement maintenant, relativement aux crédits nouvellement dégagés pour les énergies de substitution et les énergies renouvelables, ainsi que le montant global des fonds prévus pour la conservation ainsi que pour la recherche et le développement, y compris des détails relativement aux 260 millions de dollars, dont 50 millions de dollars sont destinés à l'entreposage des déchets. Ces chiffres devraient nous permettre de nous faire une idée plus précise de l'ensemble de la situation.

M. Lalonde: Nous fournirons ces chiffres par écrit.

M. Rose: Le ministre a dit par ailleurs qu'une certaine partie du crédit de 1.2 milliard de dollars prévu à la page 90 serait destiné aux énergies renouvelables. J'ai l'impression qu'à ce titre, nous dépensons moins que certains autres pays. Il est vrai que nous avons de nombreuses possibilités; il n'en reste pas moins que la Suède consacre trois fois plus que nous à la recherche et au développement, ainsi qu'au projet de démonstration en matière énergétique, alors que la superficie de la Suède ne représente qu'un tiers du Canada.

S'il est vrai que vous continuez à attacher plus d'importance à l'offre qu'à la demande, ne serait-ce pas dû en partie au fait que l'énergie est imposée? A ce propos vous aviez dit que le gouvernement avait un besoin urgent de recettes nouvelles et qu'en général le gouvernement fédéral n'avait jusqu'à présent pas obtenu sa juste part des recettes nationales, ce qui serait une des raisons pour lesquelles il vous était impossible d'entreprendre certains projets. Il ne faut pas oublier toutefois que ces nouvelles sources d'énergie fourniront d'importantes recettes au gouvernement sous forme d'impôts. Ne serait-ce pas là une des raisons de ce que je considère être un déséquilibre?

M. Lalonde: Non, pas du tout. Il faut esssayer de voir les choses en perspective. Une énergie renouvelable n'est pas un bien en soi, certainement pas à n'importe quel prix. Les règles de la rentabilité sont toujours d'application si bien que, si un combustible non renouvelable revient beaucoup moins cher qu'un combustible renouvelable, la question se pose de savoir s'il faut utiliser ce dernier malgré tout. Des décisions économiques devront donc intervenir.

M. Rose: Vous conviendrez néanmoins que les facteurs économiques semblent toujours infléchis en faveur de l'industrie pétrolière.

M. Lalonde: Pourquoi dites-vous ça?

[*Texte*]

Mr. Rose: Well for instance—I am going to sound a little bit like Peter Lougheed here now—we are not working on a world price; we are subsidizing oil, so we have deliberately distorted the conomics for some social purpose. The incentives that apply to increase sources of petroleum in Canada and elsewhere are not equivalent to, say, what we are prepared to do in some of the renewables or solar. They have to stand on their own feet, by and large. Sure you are going to put up a thousand demo projects and you are going to give 50 per cent to some industries, but you have done nothing in terms of solar for homes. What I am saying is that I do not think you can say the economics determine the outcome of these things because I do not think it is possible, at least not for us, to determine what is the cost of an equivalent unit of one kind of source as compared to another.

Mr. Lalonde: Why not?

Mr. Rose: Well because we do not know how to get at it.

Mr. Lalonde: Why can you not get at it?

Mr. Rose: What is the cost of a barrel of oil?

Mr. Lalonde: Well in Canada at the present time it is $18.75 at the wellhead plus *x* dollars in taxes and all that. To the consumer, you know what it is; a gallon of oil is . . .

Mr. Rose: Is that new oil, or marginal offshore oil, or replacement oil? That is what we are talking about.

Mr. Lalonde: That is not what you are talking about. You are talking about comparing two options in terms of the consumer, whether he will go to solar or oil or gas and whatnot, and there is a price there. Insofar as production and the government are concerned you get into a tar sands plant at $38 a barrel at the present time. Now are we going to go for another scheme which will cost $50.00 a barrel? Are we going to opt for . . . you know, we could go for ethanol from crops, and that is renewable, therefore, it is good.

• 1735

Mr. Rose: I did not say it was necessarily good. You said that.

Mr. Lalonde: I know. That is what we have to bear in mind. Crops, in our estimate, is $50 to $90 a barrel of oil equivalent. It may be right or wrong, but I assume it is the right figure. Let us assume it is the right figure. Then you have to say between a $38 tarsands plant and a $50 or $90 ethanol plant from crops, the choice is obvious in my mind; even if the crops are renewable and the tarsands are not renewable, you will opt for the $38 option. When it comes to the expenditures in the total program again, under the program generally, if you build a tarsands plant, you are going to need up to $10 billion, and you get so many barrels of oil over the next 25, 30 years. Now, if you were to tell me that you were going to put $8 billion in solar energy tomorrow morning, you will blow it to the wind or to the sun. You would not even be able to spend that kind of money.

So I do not think there is, again, a particular virtue in saying it is 13 per cent; no, it should be 22 per cent, or 23, you know.

[*Traduction*]

M. Rose: Au risque de parler comme Peter Lougheed, je vous ferai remarquer que le pétrole se vend au Canada non pas au prix mondial, mais à un prix subventionné, ce qui revient à modifier les facteurs économiques pour une raison sociale. Les stimulants économiques accordés pour la prospection de sources de pétrole sont de loin supérieurs à ce qui est prévu pour les énergies renouvelables ou l'énergie solaire, ces dernières devant en principe être quasiment rentables. Malgré les projets de démonstration et les subventions de 50 p. 100 accordées à certaines industries, rien n'a été fait pour le chauffage solaire des logements. Comment pouvez-vous affirmer que seuls les facteurs économiques comptent, alors que nous ne savons même pas quel est le rapport des coûts entre les unités énergétiques provenant de sources différentes.

M. Lalonde: Comment ça?

M. Rose: Parce que nous ne savons pas comment faire ce calcul.

M. Lalonde: Pourquoi pas?

M. Rose: Quel est le coût d'un baril de pétrole?

M. Lalonde: Le prix au Canada actuellement est de $18.75 à la production, plus *x* dollars d'impôt. Au détail le pétrole se vend . . .

M. Rose: S'agit-il de pétrole nouvellement découvert, de pétrole sous-marin, marginal, de pétrole de remplacement ou quoi.

M. Lalonde: Ce n'est pas de cela qu'il est question. Il s'agit de savoir si les usagers ont intérêt à utiliser l'énergie solaire, le pétrole, le gaz ou l'électricité comme source d'énergie. Le pétrole provenant des sables bitumineux revient à 38 dollars le baril. Est-ce que vous proposez que nous produisions du pétrole dont le coût de revient s'élèverait à 50 dollars le baril? Nous pourrions également fabriquer de l'éthanol à partir de matières végétales, ce qui serait une énergie renouvelable; est-ce à dire qu'il faut le faire?

M. Rose: Je n'ai pas dit que c'est nécessairement souhaitable, c'est vous qui l'avez dit.

M. Lalonde: Le pétrole fabriqué à partir de matières végétales coûte de $50 à $90 le baril. Si ce chiffre est exact, nous avons le choix entre le pétrole provenant des sables bitumineux à $38 le baril et l'éthanol provenant de matières végétales, qui revient de $50 à $90 le baril. A mon sens, le choix est clair; même si les matières végétales sont renouvelables et les sables bitumineux ne le sont pas, nous opterons pour le pétrole à $38 le baril. Pour ce qui est du programme dans son ensemble, l'exploitation des sables bitumineux nécessitera dix milliards de dollars, après quoi nous obtiendrons une certaine quantité de pétrole au cours des 25 ou 30 années à venir. Or, quand bien même vous décideriez de dépenser 8 milliards de dollars pour l'énergie solaire dès demain matin, ce serait en pure perte, car il n'y a pas moyen de dépenser tant d'argent dans ce secteur.

Donc, cela ne sert à rien de dire que cela représente 13, 22 ou 23 p. 100. Comment déterminer le pourcentage qui serait le

[*Text*]

Which level are you going to arrive at in saying that is the good percentage between quotes? It is a matter of value judgement whether there are enough funds allocated to a particular sector to make it do the job, taking into account the technology that exists, the researchers that are available, the relative cost of the various alternatives.

We will provide you with all the detailed figures, but I am not scandalized that over the next while, through the incentive programs and the various forms of tax incentives that are provided for, that we will have still more money relatively going into oil and gas than some other forms of energy. That does not surprise me. Over time, I suppose other sectors will grow and take a larger and larger role.

Mr. Rose: Well, I included not only the renewables, but also the alternatives in my remarks, and I remain convinced that everything is not equal in terms of its support, and that when you start offering various kinds of super depletional allowances, and you start blending old oil with new oil and you start doing all those things, you muddy the water economically. Another thing is that we have heard a lot of testimony to the effect that perhaps we should be limiting the demand curve as rapidly as we can, because what renewables we have left in the petro-chemical area, especially with oil, might be better left for another purpose if we can move off the use of that in transportation and other uses relatively quickly. You said, How much money can we spend on these things? Apparently, in PUSH, the information I have is that it is $125 million program. Could I ask how much we have spent out of that $125 million to date?

Mr. Frank Snape (Director of Solar Energy, Department of Energy, Mines and Resources): Five million.

Mr. Rose: We have $125 million to be spent in five years and we have spent five?

Mr. Lalonde: Yes.

Mr. Rose: And that is because it all went to companies, but nothing to domestics. Was that the reason for that?

Mr. Whitham: The difficulty, sir, was the difficulty in getting organized in the government to get this program out, to identify government buildings, to make arrangements throughout the regions of Canada, to set in place an office in Public Works Canada, in order to get the program going. I must emphasize that the original spending plan was not linear; it was a plan that started out with small sums and increased in later years.

Mr. Rose: Well, it is certainly not linear.

Mr. Whitham: So that basically, although it may sound a small amount, the program is now very actively underway, and I believe, as someone from Public Works indicated, that $5 million has currently been spent. I believe something approaching another $5 to $10 million is currently out for contract calls right now. So the program is just about now reaching the spending rate that was envisaged and there has been a delay of a year or so in reaching this stage.

[*Translation*]

mieux indiqué? Il s'agit de décider si commpte tenu de la possibilité en matière de technologie, de spécialistes et du coût relatif des différentes options, assez de crédits ont été dégagés pour mener tel ou tel projet à bien.

Nous allons donc vous fournir tous ces chiffres par écrit. Néanmoins je ne trouverais pas du tout choquant ni surprenant qu'au cours des années à venir, les différents stimulants prévus dans le secteur du pétrole et du gaz soient supérieurs à d'autres formes d'énergie. Avec le temps, les autres formes d'énergie joueront sans doute un rôle de plus en plus important.

M. Rose: Nous mentionnons non seulement les énergies renouvelables mais également les énergies de substitution. Je suis convaincu que ces dernières ne bénéficient pas, relativement parlant, d'une aide équivalente; de plus en parlant d'allocation d'épuisement, de prix de pétrole mixte, etc., vous ne faites qu'embrouiller davantage encore la question. Par ailleurs, de nombreux témoins nous ont dit qu'il faudrait essayer de limiter la demande aussi rapidement que possible, le pétrole devant être essentiellement consacré à l'industrie pétrochimique et non au transport. Cent vingt-cinq millions de dollars auraient été prévus pour le programme d'achat et d'utilisation d'équipement solaire. Combien a été dépensé jusqu'à ce jour?

M. Frank Snape (directeur de l'Énergie solaire, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources): Cinq millions.

M. Rose: Sur 125 millions prévus pour cinq ans, 5 millions seulement ont été dépensés.

M. Lalonde: Oui.

Mr. Rose: Est-ce parce que tout cet argent a été attribué à des entreprises et rien, à des particuliers?

M. Whitham: Nous avons eu beaucoup de mal à lancer ce programme et notamment à répertorier les immeubles du gouvernement, à prendre les dispositions qui s'imposent dans les différentes régions du pays et à ouvrir un bureau spécial au sein du ministère des Travaux publics. D'ailleurs, d'après notre programme de dépenses, on devait commencer à une petite échelle pour augmenter ensuite au cours des années à venir.

M. Rose: Vous n'avez certainement pas dépensé beaucoup jusqu'à maintenant.

M. Whitham: Malgré tout, le programme est maintenant amorcé et les cinq millions ont bien été dépensés. Cinq à dix millions supplémentaires ont été prévus pour des appels d'offres. Ce n'est donc que maintenant au bout d'un an, que les dépenses au titre du programme se feront à un rythme normal.

[*Texte*]

The Chairman: Mr. Rose, I would like to move along to another member who has shown marvelous restraint this afternoon.

Mr. Rose: Could I ask for one confirmation of a figure on PUSH without asking a question?

The Chairman: Pardon?

Mr. Rose: I just want a question answered, a confirmation of a figure of an amount spent on the PUSH program.

• 1740

The Chairman: A yes or no answer.

Mr. Rose: Yes, I will put it that way. Of the $5 million spent, has there been more or less than $200,000 actually go to the industries?

Mr. Lalonde: Yes.

The Chairman: Thank you, Mr. Rose. Mr. Minister, on behalf of the members there is a question I did not want to forget before we closed up in a hurry. I know you are getting rushed and so is everyone else. There was discussion within the Committee that when we start writing our report, which we hope to do finally about mid-December, I hope we can start sitting down in closed session and write our report. There may be times when we need facts or figures in a hurry and we would like if you could tell us—could we hope to call on one of your high officials, perhaps your Assistant Deputy Minister, who is with you today, who could really help us in these final stages of what has been a tremendously long, complex study? We would appreciate very much having someone like that available to our professional staff.

Mr. Lalonde: Well, I would be very pleased to make Doctor Whitham available and he would be the channel through whom you could get whatever information is required from my department.

The Chairman: Thank you. I am sure Mr. Clay will make a special note of that.

Il y a un domaine, monsieur Lalonde, qui m'intéresse particulièrement depuis plusieurs années. Je pense que vous êtes au courant, et cela intéresse aussi M. Portelance, M. McBain et d'autres membres du comité.

Depuis que les travaux de ce Comité ont débuté, on entend souvent parler de la possibilité de faire la fabrication, au Canada, de méthanol à partir de la biomasse forestière et des résidus, des déchets de bois de nos usines. Il y a deux choses à dire en ce sens. Premièrement, la matière première est abondante au Canada et cette matière première se trouve dans les régions du Canada qui ont beaucoup besoin de création d'emplois.

Alors, il y a deux choses qu'on pourrait faire avec cela. Tous les rapports que j'ai pu lire, et il y a eu des études qui ont été commandées par votre ministère, le ministère de l'Environnement et plusieurs autres, les gouvernements provinciaux, ont commandé des rapports, sont tous à peu près arrivés à la même conclusion.

Il y a définitivement un avenir pour le méthanol à base de biomasse forestière au Canada à un certain prix, naturelle-

[*Traduction*]

Le président: Je voudrais maintenant donner la parole à un autre membre du Comité qui a fait preuve jusqu'à présent de beaucoup de patience.

M. Rose: Puis-je demander un renseignement concernant un chiffre relatif au programme AUES?

Le président: Vous dites?

M. Rose: Je voudrais simplement savoir si un certain montant a bien été dépensé au titre du programme AUES.

Le président: C'est une réponse qui n'est ni oui ni non.

M. Rose: Très bien, je vais préserver la question de cette manière. Sur les $5 millions qu'on a dépensés, est-il passé plus ou moins de $200,000 aux industries?

M. Lalonde: Oui.

Le président: Merci, monsieur Rose. Monsieur le ministre, au nom des autres députés, je voudrais vous poser une question avant que nous n'ajournions. Je sais qu'on vous presse, mais c'est la même chose pour nous tous. Le Comité a pensé, qu'au moment d'écrire son rapport, sans doute vers la mi-décembre, il pourrait avoir besoin de certains documents ou de certains chiffres dans de très courts délais, nous voudrions savoir si nous pourrions compter sur un de vos hauts fonctionnaires, peut-être le sous-ministre adjoint qui vous accompagne aujourd'hui pour nous aider dans ce dernier stade de ce qui est une très longue et très complexe étude? Pourrions-nous compter sur un de vos professionnels, au besoin.

M. Lalonde: Je vous prêterai le docteur Whitham avec plaisir, il pourrait servir d'intermédiaire et vous aidera à trouver tous les renseignements dont vous aurez besoin à mon ministère.

Le président: Merci. M. Clay prendra sans doute note de cette offre.

Mr. Lalonde, there is one area which has interested me particularly for several years. You know of my interest, and I must say that this issue also interests Mr. Portelance, Mr. MacBain and other members of the Committee.

Since the beginning of the work of this Committee, we have often heard of the possibility of making here in Canada methanol using the forestry biomass and wood residues from our manufacturing industries. There are two important factors in this regard; first, there is abundant raw materials available in Canada, and secondly that material can be found in those regions of Canada which desperately need new jobs.

There are therefore two options, and all the reports that I have read, where ordered by your department, or the Department of the Environment and many others, as well as the provincial governments, have all come to the same conclusions.

Methanol made from the forestry biomass has a definite future in Canada, but of course at a certain price. Three years

[*Text*]

ment. Je pense qu'il y a trois ans, c'était environ $28 ou $30 pour l'équivalent d'un baril d'huile. Nous avons dépassé ce montant-là, maintenant. Ce qui est surprenant, c'est qu'il n'existe pas ici, au Canada, ni aux États-Unis, même sur une base expérimentale, une usine pour la fabrication de méthanol à partir de la biomasse forestière.

Je pense que c'est une opportunité pour le Canada de devancer tous les autres pays du monde et aller dans ce domaine. Nous avons besoin de création d'emplois et nous avons la matière première en abondance.

J'aimerais avoir votre opinion ou celle de vos hauts fonctionnaires. Est-ce qu'il est possible que le gouvernement fédéral s'intéresse à cela et donne l'opportunité au Canada de devenir, comme souvent on dit, *A world leader in his field*. Parce que je pense qu'on peut être d'accord pour dire que, si on fouette trop de chats, on va tous les manquer. Dans certains domaines, on devrait peut-être essayer de devenir les meilleurs au monde si c'est possible.

M. Lalonde: Je demanderai au docteur Efford de faire certains commentaires, mais si vous regardez encore notre document de travail sur les combustibles liquides, vous vous rendrez compte, à la page 22, qu'on peut produire, à partir du charbon, le méthanol à un prix d'environ $25 à $35 et, à partir du bois, c'est plutôt $30 ou $40. Alors, il y a un écart assez mince, si on peut dire, mais il y a quand même un écart qui semble favoriser le charbon par rapport au bois. Par contre, il est intéressant de constater aussi que le bois est avantageux par rapport au gaz. Donc, comme vous l'indiquez, d'abord en terme de prix et aussi en terme d'impact régional, la fabrication du méthanol à partir du bois nous permettrait de répartir l'impact des dépenses énergétiques un peu mieux à travers le pays que si on s'en remet trop exclusivement au pétrole et aux sous-produits du pétrole.

• 1745

Dr. Efford, would you like to say a few words about this?

Mr. Efford: Thank you, Mr. Minister. I think there are a number of points you have raised. It is a fairly complicated subject, but maybe I could touch on a few of them.

The first one is that you have made the assumption that there is a lot of wood available to go into methanol and, therefore, from methanol into a fuel. I think that is still questionable. In a number of parts of this country the situation of fibre availability is somewhat bleak. We are already overcropping our forests in the areas of Newfoundland and Nova Scotia, probably B.C. and some other areas, so that is an issue which is not clear.

Is there enough fibre available? We are talking about waste wood, but as the value of energy goes up in the world, the value of fibre goods will go up. In fact, you may see a movement of the waste wood into fibre, and you may make more money than if you turned that waste wood over into energy. That issue is not clear, where the trend lies. In fact, you may find that you have an energy benefit from using more

[*Translation*]

ago, that price was about $28 or $30 for the equivalent energy of a barrel of oil. Of course it would cost more than that now. What is surprising, is that nowhere in Canada, or in the United States, is there even an experimental plant for the production of methanol from forestry biomass.

I think it is a golden opportunity for Canada to lead all the other countries in the world in this area. We need to create jobs, and we have an abundance of the raw materials needed.

Could you or your officials comment on this point. Is it possible for the federal government to take up the opportunity to make Canada a world leader in this field. I think it is fair to say that if we try to set off in too many directions, we will not lead in any. We should try to specialize and become leaders in a few areas, if possible.

Mr. Lalonde: I would like Dr. Efford to answer in detail, but if you look in the working document on combustible liquids, you will find, at page 22, that methanol can be produced from coal for something like $25 to $35, and from wood, for $30 to $40. So there is a rather thin margin, if you will, but there is a margin just the same which seems to favour coal over wood. However, it is interesting to note also that wood has an advantage over gas. So as you were indicating, first in terms of price and also in terms of regional impact, making methanol from wood would allow us to diversify the impact of energy-related expenditures a bit better across the country than if we relied too exclusively on oil and oil by-products.

Docteur Efford, auriez-vous quelques mots à dire à ce propos?

M. Efford: Merci, monsieur le ministre. Je crois que vous venez de soulever certaines questions. C'est un sujet plutôt compliqué, mais peut-être pourrais-je en aborder quelques-unes.

Tout d'abord, vous avez posé l'hypothèse qu'il y a d'énormes réserves de bois disponibles pour en faire du méthanol, qui servirait alors de carburant. Je n'en suis pas sûr. Dans bien des parties de notre pays, il est difficile de trouver de la fibre de bois. Nous abattons déjà beaucoup trop d'arbres de nos forêts, à Terre-Neuve et en Nouvelle-Écosse, sans parler, probablement, de la Colombie-Britannique et de certaines autres régions; cette question n'est donc pas très claire.

Y a-t-il suffisamment de bois? Il s'agit évidemment de bois de rebut, mais plus la valeur de l'énergie augmente à travers le monde, plus la valeur de ces fibres augmentera aussi. A vrai dire, il se pourrait fort bien que les déchets de bois soient transformés en fibres pour faire ainsi plus d'argent qu'on ne le pourrait en les transformant en énergie. Cette question non plus n'est pas très claire; on ne sait pas encore où va la

[*Texte*]

wood to back out other products and in so doing save energy in the production of, let us say, aluminum or steel. So that is one area that I think is of concern.

The Chairman: If you do not mind, that does not answer me, though. My first concern is for an experimental stage. I am not arguing with you, although I have seen different reports and I am sure you have. I do not want to argue that point. I just want to repeat, an experimental stage, which would not affect the amount of wood that you are going to put into fibres rather than methanol, but at least have the experimental stage.

M. Efford: I was going to get to that point. I had it in a series of answering your questions as they came out. Even in the case of plantation generation, in fact, the question arises, if you can produce wood from plantations for that use, then if you leave it for eight or ten years you can produce fibre which may be more valuable and you may not want to go that way.

Then in the case of methanol from wood, I think the first step is gasification. I think there is a fair effort in the world. There is a lot of effort in Canada under the ENFOR program, possibly there could be more. But the point, really, is to gasify wood before you go to the production of methanol. Unless we can solve that problem, we cannot get to the next problem.

I think we are making some efforts and there are some commercial scale plants now being discussed, and I hope by next year we will see at least one of them. The issue then is, once you have got to that point, if you really want to save oil, is it more energy efficient to burn the wood and back out, say, oil which you were using elsewhere or, alternatively, to gasify the wood and use the gas to back out oil and use the oil in transportation?

In answering your question, I think we are on line towards the production of gasifiers, which is a first step towards the production of methanol. Maybe we could go a bit faster, but were gradually moving faster in that area. But all the time we have to keep in mind the question that if we push too far in that direction, if we follow some of the ideas presented to the committee by other organizations, we may be in a position where we start to eat into our fibre supply and affect the economics of our wood industry, and we must worry about that issue in particular.

• 1530

The Chairman: I agree with all those concerns, but if someone came up to you, let us say, a Provincial government—I understand there are a number of provincial governements looking into the possibilities of this, and industry as well—are you open to participation? Have you funds available to participate in the establishment of a methanol plant on an experi-

[*Traduction*]

tendance. Peut-être serait-il énergétiquement plus avantageux de se servir de plus en plus de bois pour remplacer d'autres produits et d'épargner ainsi de l'énergie dans la fabrication de l'aluminium ou de l'acier, par exemple. Voilà une autre question qui se pose.

Le président: Enfin, tout cela ne répond pas à ma question. Ce qui m'intéresse d'abord, c'est l'étape expérimentale. Je ne vais pas me lancer dans un grand débat, même si j'ai vu différents rapports tout comme vous, j'en suis sûr. Je ne veux pas débattre ce point. Donc, ce qui m'intéresse, c'est l'étape expériementale qui n'a rien à voir avec la quantité de bois que vous allez faire entrer dans la composition de ces fibres plutôt que d'en faire du méthanol, mais il nous faudrait au moins franchir cette étape expérimentale.

M. Efford: J'en venais justement à cela. Je voulais répondre à vos questions dans l'ordre. Même en ce qui concerne les plantations ligneuses, il faut tout de même se demander si la production de fibres ne serait pas plus rentable que d'autres productions, et il se pourrait que l'on change ainsi d'idée en cours de route.

En ce qui concerne la production de méthanol à partir de bois, je crois qu'il faut tout d'abord songer à la gazéification. Je crois qu'on s'y essaye sérieusement un peu partout au monde. Nous faisons beaucoup d'efforts en ce sens, au Canada, par le biais du programme ENFOR et peut-être pourrait-on en faire davantage. Enfin, il s'agit de gaséifier le bois avant de passer à la production du méthanol. A moins de pouvoir résoudre ce problème, on ne peut pas s'attaquer au problème suivant.

Je crois que nous faisons de sérieux efforts et l'on parle même d'usines commerciales à une certaine échelle; j'espère que nous en verrons au moins une dès l'an prochain. Il s'agit donc de savoir, lorsque ce point a été atteint, si l'on veut économiser le pétrole; il faut alors se demander s'il est plus efficace, énergétiquement parlant, de brûler du bois pour remplacer le pétrole que vous utilisez ailleurs, ou de gaséifier le bois et de se servir de ce gaz pour remplacer le pétrole et de réserver le pétrole au transport?

Pour répondre à votre question, je crois que la tendance va dans le sens de la gazéification, première étape dans la production du méthanol. Peut-être pourrions-nous accélérer un peu, mais nous bougeons de plus en plus vite dans ce domaine. Cependant, il faut toujours garder présent à l'esprit la question suivante: si nous allons trop loin dans cette direction, si nous adoptons certaines idées présentées à votre comité par d'autres organismes, peut-être épuiserons nous un jour nos stocks de fibres, nuisant ainsi à la rentabilité de notre industrie du bois, il nous faudra alors nous pencher sur cet autre problème.

Le président: Je comprends vos préoccupations. J'aimerais savoir néanmoins si vous accepteriez de participer financièrement avec des provinces où l'industrie a mis sur pied une installation pilote en vue de la fabrication de méthanol à partir de la biomasse forestière.

[*Text*]

mental basis, or a pilot plant, if you want to call it that, based on forest biomass.

Mr. Efford: The answer to the question is yes we are already funding, through the provincial-federal agreements, gasification plants, and any province can submit a proposal, it it is technically reasonable, and the federal co-chairman of that committee would approve it, yes.

Mr. Lalonde: Enertech will also be interested in this whole area, and will be free on its own to participate in such ventures.

The Chairman: Thank you, Mr. Minister. Mr. Gurbin I think had a final supplementary if you have another two minutes.

Mr. Gurbin: It really stems as a supplementary out of Mr. McBain's question, and I think out of the chairman's question as well. The real issue here that I think we are trying to address ourselves to—and I do not know if it is clear to others, but the closer we get to it I think the better it looks—is really whether or not we need to make a decision right now. I understand your points that we have the luxury of a large number of resources, that we have a great number of opportunities, and that it costs very little to stay in a large number of areas for a long period of time, but I think that we are getting an impression that at least the consideration of whether or not we make a decision is—and the last decision I see us ever having made was with AECL and the fission program which I am very supportive of, but I do not see us making any more decisions. Could you tell this committee whether or not you are prepared to make a decision on the basis of a recommendation that we might make?

Mr. Lalonde: The answer is yes. But once more I think we have to realize that in Canada we are very fortunate in the sense that we do have options, and I hope that we will be able to relate those various options one to the other. We have options and we have time, so I think there is no reason to rest on our laurels and say, well we have time it does not matter. It only means that we do not need to rush into certain activities or certain programs or certain developments that may not be economically optimal at this particular time, and we should then choose where in terms of our total needs in the area of energy—and you well know that we are energy self sufficient, except for oil—to target our initiatives in a way that will allow us to eliminate our dependence on oil, and the faster the better. So, sure we are ready to make decisions, and we have made a number of decisions in the energy program. As a matter of fact I am glad you are raising this question because I had heard that some were concerned that we had made all the decisions, and left you with nothing to decide. We have left you with a lot to look at and to make recommendations about.

Mr. Gurbin: Sir, the decisions only to a certain level. But the question, especially in international terms of the luxury of the time that we have is a matter of perception. It is my very real concern that the perception amongst your officials is limited to the requirements that Canada has. I feel that we would open a whole new era and expose ourselves to a whole new number of pressures that we need not if we make decisions now.

[*Translation*]

M. Efford: Certainement et nous finançons déjà dans le cadre d'accords fédéral-provinciaux des usines de gazéification. Les provinces n'ont qu'à nous soumettre leurs projets; s'ils sont techniquement valables, le coprésident fédéral du Comité les approuve.

M. Lalonde: Enertech s'intéresse également à cette question et pourra participer à des entreprises de ce genre.

Le président: Merci, monsieur le ministre. Monsieur Gurbin, vous avez deux minutes pour poser une dernière question supplémentaire.

M. Gurbin: Ma question découle de celle posée par M. McBain et par le président. Il s'agit en réalité de savoir s'il est vraiment souhaitable de prendre une décision d'ores et déjà. Il est vrai, comme vous dites, que nous avons de nombreuses richesses naturelles et, donc, beaucoup de possibilités, que cela nous ne coûterait pas grand-chose d'étudier toutes ces possibilités pendant un certain temps. Malgré tout j'ai l'impression que vous n'êtes pas prêt de prendre une décision, la dernière remontant à l'affaire de l'EACL et au programme de fission. Comptez-vous prendre une décision en fonction des recommandations que nous allons vous soumettre?

M. Lalonde: Certainement. Mais je le répète, nous avons la chance au Canada d'avoir de nombreuses options, options que nous devons étudier. Je ne vois par pourquoi nous nous contenterions de nous reposer sur nos lauriers, même si nous avons le temps. Le fait que nous ayons le temps nous permet de ne pas prendre de décision précipitée en ce qui concerne tel ou tel programme qui ne serait peut-être pas rentable actuellement. Comme, à l'exception du pétrole, nous disposons d'une autosuffisance énergétique, il nous reste à déterminer la meilleure façon d'abandonner aussi rapidement que possible notre dépendance vis-à-vis du pétrole. Nous sommes donc prêts à prendre nos décisions et nous en avons d'ailleurs pris un certain nombre dans le cadre du programme énergétique. Vous faites bien de soulever cette question, car d'après certaines personnes, nous avons déjà pris trop de décisions, si bien qu'il ne vous en reste plus à vous. Mais ne vous en faites pas, il vous reste du pain sur la planche et de nombreuses recommandations à nous soumettre.

M. Gurbin: Oui, mais ces décisions ne vont que jusqu'à un certain point. La question du temps dont nous disposons est une affaire de perception. J'ai l'impression pour ma part que vos officiels tiennent compte exclusivement des besoins du Canada. Or, je crains, en prenant des décisions dès maintenant, que nous risquions de faire tout à fait inutilement l'objet de pressions venant de l'extérieur.

[*Texte*]

Mr. Lalonde: Yes I think you have made a point that we have to bear that in mind but again we have to make those decisions in the light of the national interest, and the national interest obviously includes our export trade and all that.

Mr. Gurbin: Particularly our export trade.

The Chairman: Thank you everybody. Monsieur le Ministre, sincères remerciements de la part de tous les collègues. This meeting is adjourned.

[*Traduction*]

M. Lalonde: Il est vrai que nous devons tenir compte de cet aspect de la question; néanmoins les décisions doivent être prises compte tenu de l'intérêt national, lequel comprend, bien entendu, notre commerce extérieur.

M. Gurbin: Certainement.

Le président: Merci. I wish to thank you, Mr. Minister, on behalf of all Committee members. La séance est levée.

APPENDIX "AEEA-66"

Statement of the Honourable Marc Lalonde
Minister of Energy, Mines & Resources

to the

Special Committee on Alternative Energy
and Oil Substitution

November 25, 1980

Statement of the Honourable Marc Lalonde,
Minister of Energy, Mines & Resources
to the Special Committee on Alternative
Energy and Oil Substitution: November 25, 1980

I am pleased to have the opportunity to appear before this Committee, whose work I have followed with keen interest.

By way of introduction, I would like to re-state in the strongest terms, the Government's commitment to the achievement of energy security in this decade. In saying this, I cannot over-emphasize the importance of energy demand management. As you will have noted, the National Energy Program makes a massive, unprecedented commitment to reducing oil consumption. Some $3 billion in direct investments will be made over the period to 1983, to encourage conservation and the use of more plentiful fuels in place of oil.

We are counting on Canadian industry and individuals to respond. Attractive prices for non-oil fuels will be established. And direct assistance will be provided as an inducement to convert heating systems.

In short, I believe we have created the conditions to achieve independence from the world oil market by 1990, or with maximum effort, earlier this decade.

I would like now to review in some detail four areas of special interest to the Committee - energy conservation, renewable energy, alternate liquid fuels, and the Canadian Oil Substitution Program, in that order.

ENERGY CONSERVATION

Energy conservation remains a priority of the government. I am going to deal with our efforts in energy conservation sectorally; first buildings, then industry and transportation.

Our major program in the buildings sector is the Canadian Home Insulation Program (CHIP), under which homeowners can get grants of up to $500 to help defray the costs of insulating their homes. A similar program, The Home Insulation Program, has been in place since 1976 in Nova Scotia and Prince Edward Island. Under the National Energy Program, the CHIP budget will be increased to $265 million per year in order that 70% of Canadian homes are insulated by 1987. That is a commitment to conservation of about $1.8 billion over the next seven years. Improvements in the delivery of the program are under discussion with the provinces.

The Federal Government has also developed techniques for retrofitting oil furnaces to achieve substantial savings, and conducted a pilot project with the government of Prince Edward Island last winter. Costs of the retrofit run from $100-$200, savings are in the 20% range,

and the payback is often less than two years. Furnace retrofit investments will be eligible under the off-oil programs in PEI, Newfoundland and the Territories as part of our enhanced conservation program in these provinces. Again, for existing buildings, the Federal Government provides, free of charge, a computerized home energy audit, called ENERSAVE, to help the consumer make cost effective investments.

To ensure that new residential buildings are built so as to be energy-efficient and will not require a similar program to CHIP in future years, the NEP contains several further initiatives.

First, effective July 1, 1981, any new residential unit for which Federal Government financial support or mortgage insurance is sought will have to be constructed to meet federal energy efficiency standards. Furthermore, we will ask the private mortgage insurance companies to adapt similar standards. Where possible, these standards will be as agreed with provincial governments.

Second, in order to spread the technology of building very energy-efficient homes, which use only 20% of normal heat requirements, more rapidly across Canada, the Federal Government will provide $6 million to design, build and bring to the attention of the public, 1,000 super-efficient, low energy residences over the next few years.

Thirdly, special energy efficiency standards will be developed and implemented for the Arctic region housing.

Finally, the Federal Government will lead by example, and accelerate the retrofit of existing government buildings.

Before leaving the building sector, I should also mention the recently concluded Low Energy Building Design Competitions. Awards were presented recently to designers and builders of energy efficient commercial buildings. Over 50 firms participated. In my remarks at the presentation, I outlined the steps my department has taken and is now implementing to improve the energy performance of existing commercial, institutional and industrial buildings and those to be constructed in the future.

Moving to the industrial sector, the outstanding achievement to date has been the implementation of a voluntary industrial conservation program under the aegis of 15 industry task forces. The task forces, initially organized by my Department, have received modest government support, and have launched a whole range of educational and motivational initiatives for their membership. More important, since their formation in March, 1976, they have achieved a reduction of 13% in energy use per unit output, over the 1972 base year, and have recently pledged an improvement over the 1972-85 period of at least 23%.

Complementary to the work of the task forces, has been the National Energy Bus program, under which on-site visits are made by trained

personnel to assist business to analyze potential savings from conservation measures in the plant. The buses have been active under Federal/Provincial agreements in several provinces and the technology involved is being adopted in Europe and the United States.

The NEP contains two important additional industrial conservation initiatives. First, a national industrial and commercial audit program will be established, jointly with the provinces, to build on the pioneering work of the Bus Programs. Sufficient funds will be made available to cover most of the costs of a thorough energy audit of industrial and commercial facilities in Canada. These analyses will, I am sure, turn up a range of potential operating improvements and capital investments with attractive paybacks, demonstrating once more that conservation is almost always the cheapest way to produce energy.

Second, in the context of a special strategy for the four Atlantic provinces, the Federal Government will provide $37 million to pay up to 50% of the costs of energy efficiency improvements including cogeneration in an industrial sector whose energy intensity is well above the national average. Additional monies will be made available, in those provinces, to study the economic potential of district heating.

In the Transportation sector, the major federal initiatives, in addition to our work on alternative fuels, which I will describe later, is the development of legislation on mileage standards for vehicles. Until now, these have been voluntary in Canada and have simply followed the U.S. standards. Increasingly it has become clear, however, that the automobiles constructed to suit United States legislative standards do not necessarily reflect the realities of vehicle operation in the colder Canadian climate, nor do they take into account the relation between Canadian fuel types, feedstocks, and motor vehicle fuel requirements. Canada will develop its own standards for 1985 onwards under new legislation.

Before leaving the vitally important and priority area of Energy Conservation, there are four other initiatives of more general interest which I would like to highlight.

First, there are the Federal/Provincial Demonstration agreements under which the Federal Government shares with the provinces and the private sector the costs of demonstrating promising renewable energy and conservation technologies. The Federal Government has committed $115 million to this program is the period 1979/80 through 1983/84 which will be matched by the provinces, and, we hope, by the private sector. The program is financing many conservation projects ranging from super-energy efficient housing (in Saskatchewan, Ontario, New Brunswick and Newfoundland), to biogas production from food waste in New Brunswick, to telerider experiments in British Columbia.

Second, the Federal Government is sponsoring an extensive program of energy conservation Research and Development. $13 million will be spent by eight Federal Departments in the current fiscal year. Under the

NEP, increased efficiency of energy use has been made one of three priority areas, along with alternative liquid fuels and new energy sources, in what will be a vastly increased commitment to energy Research and Development.

Third, the NEP includes a proposal for a Municipal Energy Management Program to aid conservation efforts by municipal governments. $20 million has been earmarked for a co-operative program with provinces which would have as its objective both energy conservation and job creation.

Finally, and this effort dates from the creation of the Office of Energy Conservation by one of my predecessors, the Hon. Donald MacDonald in 1974, the Government has recognized the importance of, and has therefore developed, an energy conservation information program which is one of the most comprehensive in the world. I am sure you have already seen some of the publications such as "Keeping the Heat In" and "The Car Mileage Book". Less well known is the "Industrial Conservation Manual Series" now found in over half of Canada's industrial establishments. Experts from my Department have been repeatedly asked to share their ideas with many other governments.

RENEWABLE ENERGY

Over the past three years, the Federal Government has initiated a substantive, broadly-based set of programs in support of renewable energy development. Together, these programs will entail a total Federal expenditure of at least $115 million in 1981/82, and this level of expenditure will rise significantly in future years. I am sure you are aware of many of these programs, so I will review them only briefly.

I will begin with the Federal programs that relate to the renewable energy area in general. There are presently five principal initiatives of this nature.

First, there are the Federal/Provincial Demonstration Agreements that I mentioned earlier.

Second, there is the growing renewable energy component of the Federal Energy Research and Development Program.

Third, we expect a significant number of off-oil grants in the residential sector to go to renewable energy options such as wood and solar heating, and some of the funds allocated to distribution to go towards wood infrastructure, and renewable energy power systems in remote (off-grid) communities.

Fourth, as you are aware, the Federal Government has established a Crown corporation - ENERTECH Canada - to support the commercial production of renewable energy and conservation technologies.

Fifth and finally, as part of the National Energy Program, the Federal Government plans to organize and finance a demonstration of renewable energy options and enhanced conservation measures in a sample northern remote community.

Besides these generic programs in support of renewable energy development, there are several major federal programs in place that focus on a particular renewable energy option.

I'll start with biomass, which is the renewable energy resource with probably the greatest potential in terms of energy supply over the near and medium terms. It is worth noting that it already contributes about 3% of total energy demand, roughly equivalent to the current contribution from nuclear energy. The federal programs specific to the biomass area are as follows:

(1) Forest Industry Renewable Energy Program (F.I.R.E.)

This program provides qualified applicants with grants for up to 20% of the capital cost of biomass energy equipment. Under the National Energy Program, this has been extended from just the forest industry to all commercial and industrial firms, and from wood to agricultural and municipal waste feedstocks. This expansion means a near tripling of the budget of this program from $103 million to $288 million over the next five years.

(2) Energy from the Forest Program (ENFOR)

This program underwrites the cost of research and demonstration projects directed towards the development of innovative techniques in biomass production and conversion.

These biomass programs have generated several hundred enquiries to date. Nearly 100 projects are now underway and further project approvals are in process. It is already evident that this developmental effort will be very successful.

Let me now turn to the solar energy option. Here the Federal Government has established a package of programs designed to both increase the solar contribution to energy supply and to launch a viable Canadian solar industry. The elements of this program package are as follows:

(1) Purchase and Use of Solar Heating Program (PUSH)

As part of the commercialization process for solar systems in Canada, the Federal Government plans to purchase $125 million worth of solar systems for its own use, thereby proving a launch market for the solar industry.

(2) Program of Assistance to Solar Equipment Manufacturers (PASEM)

The Federal Government has awarded contracts to solar equipment manufacturers to assist them in establishing production facilities.

(3) Low-Energy Building Design Awards (LEBDA)

As I mentioned earlier, design competitions were held to encourage more energy efficient building design. Better use of (passive solar) radiation is a factor in many designs.

(4) Domestic Solar Water Heating Demonstration

As part of the National Energy Program, a program to remove some of the problem of solar commercialization has been initiated, involving the installation of solar water heaters in 1000 Canadian homes.

(5) Tax Incentive for Commercial/Industrial Solar Heating

A 50% tax write-off is now allowed on solar heating equipment.

These solar programs have resulted in the maintenance of a Canadian solar industry and in the development of some promising solar products and systems. Canadian companies have already been successful in exporting solar equipment. I am confident that the program initiatives that I have described will accelerate the commercialization of solar systems and lead to both a strong Canadian solar industry and a major energy contribution from solar over the long term.

The other renewable energy options, such as wind, geothermal, small hydro and tidal power, are receiving considerable attention under the generic programs that I discussed earlier. A number of large demonstration projects are underway or in the planning stage.

I would like to conclude my remarks on the renewable energy area by reiterating that the Federal Government recognizes the large potential energy contribution from the renewable options, has initiated programs to exploit this potential, and will expand this effort in the future.

ALTERNATIVE LIQUID FUELS

I know the Committee has a particular interest in the potential for alternative fuels in Canada during the next two decades, and I believe that the Federal Government has made its interest in these fuel options very clear in the National Energy Program, and in a discussion paper on liquid fuel options released a few days before the NEP. In both these papers we have emphasized the importance of assessing alternative fuels in the context of oil policy generally, and the projected supply of and requirement for liquid fuels overall.

As you will recall, the National Energy Program projects that Canada will be self-sufficient in liquid fuels by the end of the present decade. We are going to accomplish this goal through both "demand management" and "supply management". We will continue our activities to encourage energy conservation, particularly in the use of liquid fuels. And we have put in place a major new program to substitute other energy for oil in non-transportation uses wherever practical. Our goal in the "off-oil" program is to reduce the share of oil in non-transportation energy to 10% by 1990.

Later this decade, domestic oil supplies will increase significantly as the investments we are making today in tar sands, heavy oils and enchanced recovery begin to pay-off. As described in the NEP, these new suplies should "close the gap" as far as oil imports are concerned by 1990.

This is the context that is important to the consideration of the role of alternative liquid fuels in Canada up to 1990, and beyond. I have dwelt on it here because this plan of action for energy supply and demand holds some important implications for the oil refining industry and any other fuel production industries in Canada. It won't be "business as usual" in oil refineries during the coming decade. Although the total volume of crude oil refined in Canada in 1990 will be not very much different from the volume today, there are several complications:

- The first is the trend away from oil products in non-transportation energy sectors. In 1990, a considerably larger fraction of the crude oil barrel will have to be directed to fuels for transportation: gasoline, diesel fuel and jet fuel.

- Another complication is that an increasing share of the crude oil mix will be synthetic crude oils and heavier oils, compared to the conventional relatively light crude oils we produce and import today. In some cases, it is more difficult to make high quality transportation fuels, particularly diesel and jet fuels, from synthetic crudes.

- Within the growing share of transportation fuels, the mix of fuels required is changing rapidly. Gasoline use in Canada in projected to level off and perhaps decrease. The demand for diesel and jet fuels may well increase as the same time.

- A final complication is the growing interest by both government and industry in Canada and world-wide in alternative transportation fuels. Alternatives such as alchohol fuels, propane and compressed natural gas are beginning to appear in Canada, and could grow by the end of the decade to a significant contribution. These new sources of supply would again alter the mix of products required from various fractions of the crude oil barrel.

The oil refining industry in Canada recognizes these changes, and has begun to adjust its processes and technology to be in harmony with the opportunities and needs of the future. The industry has been seeking direction from the federal government on its energy policies, because government programs and activities launched today and in the years to come can substantially alter fuel supply and requirements, and therefore the future demands on the refining industry. In our National Energy Program we have provided some answers to these questions, some indication of government direction.

For example, again for emphasis, we have indicated how much of the oil barrel should be manufactured into non-transportation fuels. We have indicated how fast the federal government would like to see oil prices rise for the consumer, relative to other energy. We have emphasized our commitment to more fuel efficient engines and vehicles, to reduce gasoline requirements. And we have provided direct encouragement by a grant program to the use of propane to displace gasoline in areas of the country where surplus propane is available. We expect 90,000 or more fleet vehicles will be operating from propane within the next 5 years.

These are some answers, but I think there are more to come. I have released the "Discussion Paper on Liquid Fuel Options" because we don't have all the answers on the best direction for many of the liquid fuel options available to Canada and on the appropriate role of federal government. This paper is receiving widespread distribution, and we intend to move very quickly to gather public and industry views on these options, and to discuss with all interested parties, including provincial governments, what the federal government should do to secure these options. Officials in my Department tabled much of the material in the discussion paper in this Committee earlier this year, and I am particularly interested in learning your views.

The assessment of liquid fuel options is difficult because they can contribute to energy and our economy in many important ways. Let me give some examples:

- Some options can contribute to our energy conservation goals, because they permit more energy-efficient oil refining. One such option is off-specification fuels - fuels of a different quality from today's fuels, which may be just as effective in use with the right equipment, but are easier to produce.

- Some options reduce oil product exports from Canada by creating a domestic market for these products. This reduces the amount of crude oil we have to import. Two examples are residual oil exports, which we intend to upgrade into transport fuels for Canadian use and propane exports, which we are directing into several domestic markets, including transportation.

- Some options could accelerate the date of oil self-sufficiency in Canada by providing new sources of liquid fuel supply, and possibly new technology appropriate to these fuels. Both alcohol fuels and compressed methane offer possible fuel contributions from coal, natural gas and biomass by 1990 if we are prepared to convert vehicles appropriately.

- Beyond 1990, other fuels such as coal liquids and artificial gasoline from a variety of sources represent major contingency options for Canada, options we should secure and keep open because of the uncertainty and risk that attend any single-minded energy supply strategy in today's world.

- A number of fuel options are particularly attractive to Canada because they permit some dispersion of liquid fuel production activities away from parts of the country that are under tremendous pressure from oil development. Coal and biomass are more widely dispersed in Canada than oil reserves.

- Alternative liquid fuels might even grow into an attractive trade opportunity for Canada. We have already indicated in the Discussion Paper on Coal that I released in September that we might be receptive to proposals from other countries to contribute technology and capital to the development of certain Canadian resources in return for an "off-take" of some liquid product.

With such a range of potential benefits from pursuing liquid fuel options, the Government is moving aggressively to secure these options and to encourage commercial activities where appropriate. There are four strategies we are pursuing.

The first strategy, as I have mentioned before, is research and development. We are substantially increasing our support to R and D in alternative fuels and it is our aim to get as much of this work as possible into the hands of Canadian industry.

The second strategy is the demonstration of more advanced technologies, in cooperation wiith industry and in many cases with provincial governments. Demonstrations of both fuel production technology and fuel use are important to provide information about some of the problems that might impede commercial development and to increase public confidence in new fuels and equipment.

The third strategy is regulatory. The government has a responsibility to ensure that new fuels provide to Canadians the same high standards of quality and safety that they have come to expect from current fuel and vehicle performance.

The fourth strategy is to provide incentives to fuel producers and consumers for selected options which are mature enough for commercial development, but which need special encouragement to become established

at the right scale to attract investment capital. As I mentioned earlier, we are moving in this direction with propane fuelled vehicles.

We are certain that a balanced approach to alternative liquid fuels within these four strategies will furnish them to Canadians in an ordered and timely fashion within the next 20 years, and will provide the direction needed by the fuels and vehicle industries in Canada to respond to the challenges of this important period.

CANADIAN OIL SUBSTITUTION PROGRAM

The Canadian Oil Substitution Program is the cornerstone of the massive effort proposed by the National Energy Program to reduce our dependence on imported oil over the course of the 1980's.

Our goal is to reduce the use of oil in each of the residential, commercial and industrial sectors in every province to no more than 10 per cent of the total energy used in those sectors by 1990.

We are trying to make the biggest contribution to this goal through the oil substitution or "off-oil" program, which will provide homeowners with grants for half the costs of converting their heating systems from heating oil to other energy sources, up to a maximum grant of $800.

We are now pursuing discussions intensively with provincial governments and their utilities to define the program's application in each province. We hope to ensure the widest possible choice for homeowners in moving off oil, but we also want to permit provincial governments to adapt the program to their needs.

Our hope is that, wherever possible, the conversion program will apply equally to natural gas, electricity, propane and renewable sources such as wood and solar. This is a very important feature and has the result that the grants will be neutral between various energy sources. Homeowners and businesses will make their own judgements as to which alternative best suits their circumstances.

As with the Canadian Home Insulation Program, the COSP grants will be included in income for tax purposes.

We are now in the process of detailed program design and setting up administrative mechanisms. The program does apply to eligible conversions from budget night, the 28th October. We are therefore encouraging consumers who convert their heating systems to save all receipts so that applications can be processed later. We are also encouraging gas and electric utilities, and other organizations which will be delivering the programs, to make available to consumers information on furnace efficiencies and complementary conservation measures that might be taken so thay can purchase the right size heating system for their residence or business.

This is a multi-year program with a 1990 goal. Homeowners should not be concerned that funds are going to dry up or the program be curtailed before thay can make their conversions and qualify. So while we do not want anyone to delay converting off oil, homeowners should not feel that they have to race to beat any fixed deadline.

From the start, the program is building in special measures in Newfoundland, Prince Edward Island, and the Territories, which have no early prospect of access to natural gas. In these provinces the regular program will apply to renewable fuels, but the $800 maximum grant can be used to cover half the costs of expenditures which result in lower heating oil consumption, such as upgrading oil furnaces and home insulation.

In Nova Scotia and New Brunswick, much of the electricity going into homes is generated from oil, and this presents difficulties in justifying conversions from heating oil to electricity. We are discussing this problem now with these provinces.

While the conversion program is the heart of the effort to get off oil, we will also be contributing large sums toward the expansion of distribution systems for natural gas and other systems, including renewable systems for remote communities. We propose that these funds be used to finance expansions which are unlikely to occur under normal circumstances. This should help us substantially in adding the distribution infrastructure we will need to achieve the 10 per cent target.

Whereas funds for other purposes under the National Energy Program will flow principally into the Western Provinces, grants under the Canadian Oil Substitution Program will be weighted to British Columbia, Central and Atlantic Canada, regions which lag behind the Prairies in the extent of their use of natural gas. In each of the residential, commercial and industrial sectors, British Columbia, the Atlantic Provinces, Quebec and Ontario are now well above the target levels in their use of oil. While the Prairie Provinces are generally below, they do face particular problems and we hope we can address them through special provisions of the substitution program.

CONCLUSION

In summary, the already successful Federal Government programs in the area of conservation and renewable energy will, under the New Energy Program, be expanded considerably. The table on page 90 of the National Energy Program shows the emphasis placed on Oil Substitution and Conservation and Renewable Energy initiatives with a commitment to incremental new expenditures of some 3 billion dollars over the 1980-83 interval. This increased expenditure will cover a number of new programs and an extension of some of the most successful of our present programs, many with an emphasis on reduced oil consumption. In addition, to complement the emphasis on off-oil, a new area of alternate liquid fuels research, development and demonstration has been included.

It is expected that these increased commitments will result in much improved efficiency of energy use in all sectors, an accelerated penetration of renewables and alternative energy sources into the energy markets, and a reduced dependence on oil for supplying our energy needs.

Finally, we shall look forward with interest to the findings of this Committee. Your detailed work and extensive hearings should assist the government in the identification of those alternate energy sources and technologies which can help reduce our national dependence on oil and establish a secure energy future for all Canadians.

APPENDICE «AEEA-66»

Déclaration de l'honorable Marc Lalonde
Ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources

au

Comité spécial de l'énergie de remplacement
du pétrole

le 25 novembre 1980

Déclaration de l'honorable Marc Lalonde
Ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources
au Comité spécial de l'énergie de remplacement
du pétrole le 25 novembre 1980

Je suis très heureux d'avoir l'occasion de paraître devant ce comité, dont je suis les travaux avec le plus grand intérêt.

Pour commencer, je tiens à réaffirmer avec la plus grande vigueur l'engagement qu'a pris le gouvernement d'assurer aux Canadiens l'autosuffisance en matière d'énergie au cours de la présente décennie. Ce disant, je ne peux trop insister sur l'importance que revêt la gestion de la demande d'énergie. Comme vous avez pu le constater, le Programme national de l'énergie marque un engagement massif, sans précédent, envers la réduction de la consommation du pétrole. D'ici 1983, en effet, près de trois milliards de dollars en investissements directs iront encourager les économies d'énergie et le remplacement du pétrole par des combustibles plus abondants.

Nous comptons sur la participation des Canadiens et des entreprises canadiennes. Les prix des combustibles non pétroliers seront intéressants, et une aide directe encouragera la conversion des systèmes de chauffage.

Bref, je crois que nous avons créé les conditions nécessaires pour que le pays devienne indépendant du marché mondial du pétrole d'ici 1990 ou, si nous déployons les plus grands efforts, plus tôt au cours de la décennie.

Passons maintenant en revue les quatre domaines qui présentent un intérêt particulier pour le Comité, soit les économies d'énergie, les énergies renouvelables, les combustibles liquides de rechange et le remplacement du pétrole, dans l'ordre.

ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

Les économies d'énergie restent prioritaires au gouvernement. Je vais parler de nos efforts à cet égard dans les différents secteurs, d'abord dans les bâtiments, puis dans l'industrie et le transport.

Notre principal programme dans le secteur du bâtiment est le Programme d'isolation thermique des résidences canadiennes (P.I.T.R.C.), selon lequel les propriétaires de maisons peuvent obtenir des subventions allant jusqu'à 500 dollars pour les aider à couvrir leurs frais d'isolation. Des programmes semblables sont en place depuis 1976 en Nouvelle-Écosse et à l'Île-du-Prince-Édouard. En vertu du Programme national de l'énergie, les crédits affectés au P.I.T.R.C. passeront à 265 millions de dollars par année afin que, d'ici à 1987, il y ait 70 % des résidences canadiennes qui aient été améliorées. C'est là un engagement envers les économies d'énergie qui représente environ 1,8 milliard de dollars répartis sur les sept prochaines années. Des discussions sont en cours avec les provinces en vue d'apporter certaines améliorations dans l'application du programme.

Le gouvernement fédéral a également mis au point des techniques d'amélioration du rendement des calorifères au mazout permettant de réaliser des économies considérables et a lancé un projet pilote avec la collaboration du gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard, l'hiver dernier. L'amélioration d'un calorifère au mazout peut coûter de 100 à 200 dollars, conduire à des économies de l'ordre de 20 % et être amortie souvent en moins de deux ans. Les personnes qui auront investi dans l'amélioration de leurs calorifères auront droit à des indemnisations en vertu des programmes de remplacement du pétrole de l'Île-du-Prince-Édouard, de Terre-Neuve et des Territoires grâce à notre programme accéléré d'économie d'énergie dans ces provinces. De plus, pour ce qui est des bâtiments existants, le gouvernement fédéral offre, à titre gratuit, un service de vérification informatisée du rendement énergétique des maisons, connu sous le nom d'Éner$age, afin d'aider le consommateur à faire de investissements rentables.

Pour veiller à ce que les nouvelles maisons soient bien isolées dès la construction et qu'aucun autre programme du type P.I.T.R.C. ne soit nécessaire à l'avenir, le Programme national de l'énergie comprend plusieurs autres mesures.

Premièrement, à compter du 1er juillet 1981, toute nouvelle unité d'habitation pour laquelle une aide financière ou une assurance hypothécaire est demandée auprès du gouvernement fédéral devra être construite conformément aux normes fédérales de rendement énergétique. De plus, nous demanderons aux compagnies privées d'assurance hypothécaire d'adopter des normes semblables, lesquelles correspondront, dans la mesure du possible, à celles reconnues par les gouvernements provinciaux.

Deuxièmement, afin de faire connaître plus rapidement partout au Canada les techniques de construction de maisons à haut rendement énergétique, ne nécessitant que 20 % des besoins normaux en chauffage, le gouvernement fédéral versera 6 millions de dollars pour la conception, la construction et la démonstration de maisons à faible consommation d'énergie au cours des prochaines années.

Troisièmement, des normes spéciales de rendement énergétique seront formulées et appliquées pour ce qui est des maisons situées dans la région arctique.

Enfin, le gouvernement fédéral donnera l'exemple en améliorant le plus rapidement possible le rendement des immeubles fédéraux existants.

Avant de laisser le secteur du bâtiment, j'aimerais également parler du récent concours de plans d'immeubles commerciaux à consommation réduite d'énergie, auquel ont participé plus de cinquante firmes de créateurs-dessinateurs et d'entrepreneurs en construction. Au cours de la remise des prix, j'en ai profité pour indiquer les mesures que mon Ministère a déjà prises, et est à mettre en oeuvre pour améliorer le rendement énergétique des immeubles commerciaux, institutionnels et industriels, existants et futurs.

Passant maintenant au secteur industriel, la réalisation la plus importante jusqu'ici a été l'application d'un programme d'économies volontaires d'énergie sous l'égide de quinze groupes de travail. Ces derniers, qui ont d'abord été organisés par mon Ministère, ont reçu un appui modeste du gouvernement et ont lancé une vaste gamme d'initiatives visant à éduquer et à motiver leurs membres. Chose plus importante encore, ils ont réussi, depuis leur formation en mars 1976, à réduire de 13 % la consommation d'énergie par unité de production, par rapport à l'année de référence de 1972, et se sont récemment engagés à réaliser une amélioration d'au moins 23 % entre 1972 et 1985.

Comme complément aux groupes de travail, nous avons mis sur pied le programme des Énergiebus selon lequel des spécialistes se rendent sur place, dans les usines, pour aider à analyser les économies qui pourraient être réalisées grâce à des mesures d'économie d'énergie. Plusieurs provinces se sont procuré des Énergiebus en vertu d'accords avec le gouvernement fédéral, et la technique a été adoptée en Europe et aux États-Unis.

Le Programme national de l'énergie comprend deux autres initiatives importantes en matière d'économie d'énergie. En premier lieu, un programme national de vérification du rendement énergétique des établissements industriels et commerciaux sera mis sur pied, de concert avec les provinces, de manière à poursuivre le travail initial accompli en vertu du programme des Énergiebus. Des crédits suffisants seront accordés aux provinces pour couvrir la plupart des frais associés à la vérification minutieuse des établissements industriels et commerciaux du Canada. Je suis convaincu que ces vérifications conduiront à des améliorations et à des investissements profitables, montrant encore une fois que l'économie de l'énergie est presque toujours la meilleure façon de réduire les coûts de l'énergie.

En second lieu, dans le cadre d'une stratégie spéciale à l'intention des quatres provinces atlantiques, le gouvernement fédéral versera 37 millions de dollars pour couvrir jusqu'à 50 % des coûts associés aux améliorations du rendement énergétique, y compris la cogénération dans les secteurs industriels où la consommation d'énergie est bien au-dessus de la moyenne nationale. Des crédits supplémentaires seront accordés, dans ces provinces, pour étudier le potentiel économique du chauffage collectif.

Dans le secteur du transport, la principale initiative du gouvernement fédéral, outre son travail sur les combustibles de rechange dont je parlerai plus loin, est la formulation d'une loi sur les normes de consommation de carburant des véhicules. Jusqu'ici, ces normes ne sont pas obligatoires et sont simplement alignées sur celles des États-Unis. De plus en plus, toutefois, il devient évident que les véhicules construits selon des normes américaines ne correspondent pas nécessairement aux réalités du climat canadien, qui est plus rigoureux que celui des États-Unis, et qu'il n'est pas tenu compte des rapports particuliers qu'il y a, au Canada, entre les types de carburant, les approvisionnements et les besoins de véhicules. C'est pourquoi le Canada entend formuler ses propres normes à compter de 1985 en vertu de nouvelles lois.

Avant de quitter cette importante question que sont les économies d'énergie, j'aimerais souligner quatre autres initiatives d'un intérêt un peu plus général.

Premièrement, il y a le programme fédéral-provincial de démonstration en vertu duquel le gouvernement fédéral entend partager avec les provinces et le secteur privé le coût des démonstrations de techniques prometteuses en matière d'énergies renouvelables et d'économies d'énergie. Le gouvernement fédéral s'est engagé à verser 115 millions de dollars dans ce programme, entre 1979-1980 et 1983-1984, somme qu'égaleront les provinces et, espérons-nous, le secteur privé. Le programme servira à financer de nombreux projets d'économies d'énergie comme la construction d'habitations à haut rendement énergétique (en Saskatchewan, en Ontario, au Nouveau-Brunswick et à Terre-Neuve), la production de gaz biologique à partir de déchets alimentaires au Nouveau-Brunswick et les expériences de renseignements informatisés sur les autobus en Colombie-Britannique.

Deuxièmement, le gouvernement fédéral parraine un important programme de recherche et de développement en matière d'économies d'énergie. Huit ministères fédéraux y consacreront 13 millions de dollars au cours de la présente année financière. Dans le Programme national de l'énergie, l'utilisation plus rationnelle de l'énergie s'est vue accorder la priorité, de pair avec deux autres domaines: les combustibles liquides de rechange et les nouvelles sources d'énergie. Cela représente un engagement très ferme envers les travaux de recherche et de développement dans le domaine de l'énergie.

Troisièmement, le Programme national de l'énergie comprend une proposition visant la mise sur pied d'un programme municipal de gestion de l'énergie afin d'aider les municipalités dans leurs efforts d'économie. Une somme de 20 millions de dollars a ainsi été affectée à un programme de collaboration avec les provinces dans le but d'encourager à la fois les économies d'énergie et la création d'emplois.

Enfin, et cette initiative date de la création du Bureau de la conservation de l'énergie par un de mes prédécesseurs, l'honorable Donald MacDonald, en 1974, le gouvernement a reconnu l'importance d'un programme d'information en matière d'économies d'énergie et en a donc mis un sur pied qui est aujourd'hui l'un des plus complets dans le monde. Je suis convaincu que vous avez déjà vu certaines de nos publications, dont celles intitulées "Emprisonnons la chaleur" et "Le guide du nouvel automobiliste", ainsi que les publications un peu moins connues d'Ener$age à l'intention de l'industrie et du commerce, mais que l'on retrouve dans plus de la moitié des établissements industriels au Canada. Les experts de mon Ministère sont constamment invités à partager leur idées avec beaucoup d'autres gouvernements.

ÉNERGIES RENOUVELABLES

Au cours des trois dernières années, le gouvernement fédéral a mis en oeuvre un vaste ensemble de programmes visant à encourager l'utilisation d'énergies renouvelables. En 1981-1982, ces programmes occasionneront des dépenses totales d'au moins 115 millions de dollars, montant qui augmentera substantiellement dans des années à venir. Comme vous connaissez la plupart de ces programmes, je ne vous en donnerai qu'un bref résumé.

Parlons d'abord des cinq principaux programmes fédéraux relatifs aux énergies renouvelables en géneral.

Premièrement il y a le Programme fédéral-provincial de démonstration dont je vous ai parlé plus tôt.

Deuxièmement, le secteur des énergies renouvelables du Programme de recherche et de développement dans le domaine de l'énergie prend de plus en plus d'importance.

Troisièmement, nous espérons qu'un grand nombre de subventions pour le remplacement du pétrole dans le secteur résidentiel serviront à installer des systèmes de chauffage utilisant des sources d'énergie renouvelable telles le bois et l'énergie solaire et qu'une partie des fonds allouées aux réseaux de distribution iront à l'infrastructure nécessaire au chauffage au bois ou aux réseaux alimentés par des sources d'énergie renouvelables dans les localités isolées.

Quatrièmement, comme vous le savez sans doute, le gouvernement fédéral a créé une société de la couronne, ENERTECH Canada, qui secondera les efforts fait en vue de produire commercialement des énergies renouvelables et de mettre au point des techniques d'économies d'énergie.

Finalement, dans le cadre du Programme national de l'énergie, le gouvernement fédéral prévoit organiser et financer une démonstration des systèmes de chauffage alimentés par des sources d'énergie renouvelables et des mesures améliorées d'économie dans une localité isolée typique du Grand-Nord.

En plus de ces programmes spécifiques, le gouvernement a mis en oeuvre plusieurs programmes importants axés sur des énergies renouvelables déterminées.

La biomasse constitue probablement la ressource énergétique renouvelable la plus prometteuse au point de vue des approvisionnements en énergie à court et à moyen termes. Il est à noter qu'elle représente déjà 3 % du bilan énergétique canadien, soit environ l'équivalent de la contribution de l'énergie nucléaire à l'heure actuelle. Voici les programmes fédéraux particuliers à la biomasse:

1. Le Programme des énergies renouvelables dans l'industrie forestière (ERIF)

Dans le cadre de ce programme le gouvernement accorde aux entreprises admissibles des subventions pouvant aller jusqu'à 20 % des frais d'investissement pour le matériel biomassique. En vertu du Programme national de l'énergie, le programme ERIF s'applique désormais, non seulement à l'industrie forestière mais aussi à tous les établissements industriels et commerciaux, et non seulement au bois mais aussi aux déchets agricoles et municipaux. Le budget de ce programme triplera donc au cours des cinq prochaines années, passent de 103 à 288 millions de dollars.

2. Le Programme de l'énergie forestière (ENFOR)

Ce programme vise à financer les projets de recherche et de démonstration orientés vers la mise au point de nouvelles techniques de production et de conversion de l'énergie de la biomasse.

Jusqu'à présent, nous avons reçu plusieurs centaines de demandes relatives à ces programmes. Près de cent projets sont déjà en marche et plusieurs autres seront bientôt approuvés. Il est déjà certain que les efforts dans ce domaine porteront fruit.

Passons maintenant à l'énergie solaire. Dans ce domaine, le gouvernement fédéral a mis sur pied une série de programme visant non seulement à augmenter l'utilisation de l'énergie solaire, mais aussi de créer une industrie de l'énergie solaire rentable au Canada. Voici les principaux programmes relatifs à l'énergie solaire:

1. Le Programme d'achat et d'utilisation des systèmes de chauffage solaire

Dans le cadre du processus de commercialisation des systèmes de chauffage solaire du Canada, le gouvernement fédéral prévoit acheter pour 125 millions de dollars de ces systèmes pour son propre usage, créant ainsi un marché de base pour l'industrie de l'énergie solaire.

2. Le Programme d'aide aux fabricants de matériel de chauffage solaire

Le gouvernement fédéral a accordé des contrats à des fabricants de matériel de chauffage solaire pour les aider à mettre en place des installations de production.

3. Le Programme des immeubles à consommation réduite d'énergie (concours de plans) (P.I.C.R.E.)

Comme je l'ai mentionné plus tôt, le gouvernement organise des concours pour encourager la conception d'immeubles à faible consommation d'énergie. Plusieurs plans prévoient une meilleure utilisation du rayonnement solaire (énergie passive).

4. La démonstration des systèmes de chauffage de l'eau par l'énergie solaire

Dans le cadre du Programme national de l'énergie, le gouvernement a mie en oeuvre un programme visant à installer des systèmes de chauffage de l'eau par l'énergie solaire dans 1 000 maisons canadiennes. Ce programme permettra de contrer certains problèmes concernant la commercialisation de ces systèmes.

5. Les stimulants fiscaux pour le chauffage solaire des établissements industriels et commerciaux

Le gouvernement accorde un dégrèvement fiscal de 50 % sur les systèmes de chauffage solaire.

Ces programmes ont permis de soutenir l'industrie canadienne de l'énergie solaire et de mettre au point du matériel de chauffage solaire très prometteur. Des sociétés canadiennes ont déjà commencé à en exporter. Je suis confiant que ces programmes accéléreront la commercialisation des systèmes solaires et mèneront, à long terme, à une industrie de l'énergie solaire rentable et à une plus grande utilisation de cette énergie.

Les autres énergies renouvelables (éolienne, géothermique, électrique et marémotrice) reçoivent une attention particulière dans le cadre des programmes spécifiques dont j'ai parlé plus tôt. Beaucoup de démonstrations sont présentement au cours ou en sont encore au stade de planification.

En conclusion, je vous rappelerai que le gouvernement fédéral reconnaît le grand potentiel énergétique des énergies renouvelables, qu'il a mis sur pied de programme visant à exploiter ce potentiel et qu'il tentera d'intensifier les efforts dans ce domaine au cours des années à venir.

LES COMBUSTIBLES LIQUIDES DE RECHANGE

Je sais que le Comité s'intéresse particulièrement aux possibilités qu'offriront au Canada les combustibles de rechange au cours des deux prochaines décennies, et je crois que le gouvernement fédéral a bien démontré l'intérêt qu'il porte à l'égard de ces options dans le Programme national de l'énergie, ainsi que dans un document d'étude portant sur les options en matière de combustibles liquides diffusé quelques jours avant le Programme. Dans ces deux documents, nous avons mis l'accent sur l'importance d'évaluer les combustibles de rechange dans le contexte, d'une part, de la politique pétrolière en général et d'autre part, de l'ensemble de l'offre et de la demande prévues de combustibles liquides.

Vous vous rappelerez que le Programme national de l'énergie prévoit que le Canada atteindra à l'autarcie en matière de combutibles liquides d'ici la fin de la présente décennie. Cet objectif sera réalisé grâce de la "gestion de la demande" et à la "gestion des approvisionnements". Par

ailleurs, nous poursuivrons les activités que nous avons entreprises en vue d'encourager les économies d'énergie, particulièrement en ce qui a trait à l'utilisation des combustibles liquides. C'est ainsi que nous avons mis sur pied un grand programme qui vise au remplacement du pétrole par d'autres formes d'énergie, dans les secteurs autres que celui du transport, lorsque la chose se révèle possible. Par le Programme de substituts du pétrole, nous visons à réduire à 10 % d'ici 1990 la part qu'occupe le pétrole dans l'ensemble des formes d'énergie qui ne servent pas au transport.

A mesure que cette décennie avance, les approvisionnements domestiques en pétrole vont augmenter de façon significative et ce, grâce aux investissements que nous faisons aujourd'hui dans les sables bitumineux, les huiles lourdes et la récupération accélérée. Comme mentionné dans le Programme national de l'énergie, ces nouveaux approvisionnements devraient remplacer nos besoins en pétrole importé avant l'an 1990.

Voilà donc dans quel contexte il nous faut considérer le rôle qui tiendront les combustibles liquides de rechange au Canada d'ici 1990, et au-delà. J'aborde cette question parce que ce plan d'action en matière d'offre et de demande en énergie comporte d'importantes répercussions pour l'industrie du raffinage du pétrole et pour les autres industries productrices de combustibles au Canada. Au cours de la prochaine décennie, les affaires des raffineurs de pétrole ne suivront pas leur cours normal. En effet, bien que la quantité totale de pétrole brut qui sera raffinée au Canada en 1990 ne différera pas beaucoup de la quantité actuelle, plusieurs complications se présenteront.

- La première consiste en la "dépétrolisation" des secteurs de l'énergie autres que le transport. En 1990, une fraction beaucoup plus considérable du baril de pétrole brut devra se transformer en carburant, notamment en essence, en carburant diesel et en carburéacteur.

- La situation se complique du fait qu'une part croissante du mélange de pétrole brut provient de brut synthétique et de pétroles plus lourds, par rapport au pétrole brut relativement léger que nous produisons et importons actuellement. Dans certains cas, la production de carburants de grande qualité, en particulier le carburant diesel et les carburéacteurs, est plus difficile à partir des bruts synthétiques.

- À l'intérieur même de cette part croissante qu'occupent les carburants, le mélange des combustibles requis change rapidement. Ainsi prévoit-on le nivellement, voire la diminuation de la consommation d'essence. Par contre, la demande en carburant diesel et en carburéacteurs peut fort bien s'accroître.

- Une dernière complication tient à l'intérêt croissant du gouvernement et de l'industrie, tant au Canada qu'ailleurs dans le monde, envers les carburants de rechange. Les produits de remplacement comme les combustibles à base d'alcool, le propane et le gaz naturel font leur apparition au Canada et pourraient en arriver, d'ici la fin de la décennie, à constituer un apport important. Ces nouvelles sources d'approvisionnement modifieraient, elles aussi, le mélange des produits requis à partir des diverses fractions du baril de pétrole brut.

Au Canada, l'industrie du raffinage du pétrole reconnaît la nécessité de ces changements et a déjà commencé à adapter ses procédés et ses technologies en fonction des possibilités et des besoins de demain. L'industrie cherche à connaître l'orientation que donnera le gouvernement fédéral à sa politique de l'énergie, car les activités et les programmes du gouvernement, aujourd'hui et dans les années à venir, peuvent modifier substantiellement les approvisionnements et les besoins en combustibles et, par conséquent, la demande à laquelle l'industrie du raffinage devra satisfaire. Dans le Programme national de l'énergie, nous avons fourni quelques réponses à ces questions, une certaine indication de l'orientation gouvernementale.

Ainsi, nous avons indiqué quelle quantité de pétrole par baril devrait être transformée en combustibles non destinés au transport. Nous avons également révélé à quel rythme le gouvernement fédéral aimerait voir les prix du pétrole augmenter pour le consommateur, par rapport aux autres formes d'énergie. Nous avons mis l'accent sur la volonté que nous avons de voir un plus grand nombre de moteurs et de véhicules utiliser mieux les combustibles afin que la demande en essence diminue. Enfin, nous encourageons directement le remplacement de l'essence par du propane dans les régions du pays où il existe un surplus de propane, grâce à un programme de subvention. Nous visons à ce que 90 000 véhicules et plus fonctionnent au propane d'ici 5 ans.

Ce sont là quelques réponses, mais d'après moi, il y en aura d'autres. J'ai rendu public le document intitulé "Documentation sur les options en matière de combustibles liquides" parce que nous ne pouvons pas encore répondre à toutes les questions que posent d'abord le choix d'une orientation vis-à-vis des nombreuses options qui s'offrent au Canada en matière de combustibles liquides et du rôle que le gouvernement fédéral devrait jouer. Ce document est très largement diffusé, et nous avons l'intention d'agir très rapidement pour recueillir l'option du grand public et de l'industrie quant à ces options, et pour étudier avec toutes les parties intéressées, y compris les administrations provinciales, avec toutes les parties intéressées, y compris les administrations provinciales, les mesures que le gouvernement fédéral devrait prendre ces options sûres. Plus tôt cette année, les fonctionnaires de mon Ministère ont déposé devant ce Comité une grande partie du contenu de la documentation en question, et il m'intéresse particulièrement de connaître votre opinion.

Il est difficile d'évaluer les possibilités qu'offrent les combustibles liquides, parce que ceux-ci peuvent constituer un apport important aux économies d'énergie et à notre économie, et de différentes façons. Permettez-mois de vous en donner quelques exemples.

- Certaines options peuvent contribuer à la réalisation de nos objectifs en matière d'économie d'énergie en permettant de transformer le pétrole en une énergie plus efficace. Les combustibles hors-spécification constituent l'une de ces options; il s'agit de combustibles, d'une qualité différente des combustibles actuels, dont l'utilisation avec le bon matériel peut être tout aussi efficace et qui sont plus faciles à produire.

- D'autres options permettraient de réduire l'exportation de produits pétroliers du Canada par la création d'un marché intérieur pour ces produits. Cela permettrait de réduire les importations de pétrole brut. Nommons à titre d'exemples les exportations de résidus de pétrole que nous avons l'intention de transformer en carburant à l'usage des Canadiens, et les exportations de propane, que nous dirigeons vers plusieurs marchés intérieurs, y compris celui du transport.

- Certaines options pourraient permettre d'avancer le jour de l'autarcie du Canada en matière d'énergie, en apportant de nouvelles sources d'approvisionnement en combustibles liquides et, peut-être, de nouvelles techniques appropriées à ces combustibles. Ainsi, les combustibles à base d'alcool et le méthane comprimé pourraient permettre une meilleure utilisation du charbon, du gaz naturel et de la biomasse en matière de combustibles d'ici 1990, si nous sommes prêts à transformer les véhicules comme il conviendra.

- Aprés 1990, d'autres formes de combustibles comme les liquides tirés du charbon et l'essence artificielle provenant de diverses sources constitueront de grandes options obligatoires pour le Canada, des options que nous devrions rendre sûres et laisser ouvertes en raison de l'incertitude et du danger qui entoure toute stratégie unilatérale d'approvisionnements en énergie dans notre monde d'aujourd'hui.

- Un certain nombre de ces options présentent un intérêt particulier pour le Canada, parce que'elles permettent d'éloigner la production des combustibles liquides des parties du Canada qui subissent déjà l'énorme pression de la mise en valeur du pétrole. En effet, les réserves de charbon et la biomasse sont beaucoup plus largement dispersés au Canada que ne le sont les réserves de pétrole.

- Les combustibles liquides de rechange pourraient même devenir d'intéressants produits de commerce pour le Canada. Nous avons déjà indiqué, dans le document de travail sur le charbon que j'ai fait diffuser en septembre, que nous pourrions étudier les propositions d'autres pays concernant un apport de technologie et de capitaux qui permettraient la mise en valeur de certaines ressources canadiennes en échange d'une partie de la production des combustibles liquides.

Ces options en matière de combustibles offrant un tel éventail d'avantages, il va de soi que le gouvernement s'empresse de les réaliser et de stimuler les activités commerciales lorsqu'il le faut. Nous poursuivons quatre stratégies.

La première, comme je l'ai déjà mentionné, porte sur la recherche et le développement. Nous sommes en train d'accroître substantiellement notre appui à la recherche et au développement en matière de combustibles de rechange, et nous avons l'intention de veiller à ce que la plus grande partie possible de ces travaux soit faite par l'industrie canadienne.

La deuxième stratégie consiste en la démonstration des techniques de pointe, avec la collaboration de l'industrie et, dans bien des cas, des administrations provinciales. Les démonstrations de la technique de production des combustibles et de l'utilisation de ces combustibles sont importants à deux titres, premièrement afin de fournir des renseignements sur certains des problèmes qui pourraient empêcher le développement commercial de ces nouveaux combustibles et de ces nouvelles techniques et, deuxièmement, afin de montrer au public qu'il peut avoir confiance en ceux et celles-ci.

La troisième stratégie tien au domaine de la réglementation. En effet, il incombe au gouvernement d'assurer que les nouveaux combustibles offrent aux canadiens le même niveau élevé de qualité, de sécurité et de rendement que celui qu'ils connaissent dans du combustible des véhicules actuels.

Quant à la quatrième stratégie, elle consiste à offrir aux producteurs et aux consommateurs de combustibles des mesures qui les encouragent à choisir des options déterminées prêtes au développement commercial, mais qui ont besoin d'une aide spéciale pour s'établir à l'échelle nécessaire pour attirer les investissements. C'est d'ailleurs ce qui se fait dans le cas des véhicules mus au propane, comme je l'ai mentionné plus tôt.

Nous sommes certains qu'en dosant bien ces quatres stratégies, nous pourront fournir aux Canadiens des combustibles liquides de rechange, dans l'offre voulu et au moment propice au cours des prochaines 20 années, et que nous pourrons donner aux industries des combustibles et des véhicules du Canada l'orientation dont ils ont besoin pour répondre au défi de cette importante période.

LE PROGRAMME CANADIEN DES SUBSTITUTS DU PÉTROLE

Le programme canadien des substituts du pétrole constitue la pierre angulaire de l'effort magistral qui est proposé dans le Programme national de l'énergie en vue de réduire notre dépendance à l'égard du pétrole importé au cours des années 80.

Nous avons pour objectif de réduire la consommation de pétrole dans les secteurs résidentiel, commercial et industriel de chacune des provinces jusqu'à ce qu'elle atteigne au plus 10 % de l'énergie totale comsommée dans ces secteurs, d'ici 1990.

À cet effet, notre effort le plus important sera le remplacement du pétrole ou programme des substituts du pétrole, qui permettra de donner aux propriétaires de maisons des subventions leur permettant de payer la moitié du coût, jusqu'à concurrence de $800, de la transformation de leur système de chauffage au mazout en un système alimenté par une autre forme d'énergie.

Nous tenons actuellement des discussions intensives avec les administrations provinciales et leurs services publics afin de définir quelle sera l'application de ce programme dans chaque province. Nous espérons offrir aux propriétaires le plus grand choix possible quant au remplacement du pétrole, mais nous désirons également permettre aux administratives provinciales d'adapter le programme à leurs besoins.

Nous espérons donc que, partout où cela sera possible, le programme de conversion s'appliquera également au gaz naturel, à l'électricité, au propane et aux énergies renouvelables comme le bois et le solaire. Cet élément est très important et a pour conséquence que les subventions seront neutres, quant aux choix de diverses sources d'énergie. Il reviendra donc au propriétaires de maisons et aux commerçants de juger par eux-mêmes de la force d'énergie qui leur convient le mieux.

Comme dans le cas du Programme d'isolation thermique des résidences canadiennes, les subventions en provenance du Programme canadien des substituts du pétrole seront considérées comme revenu imposable.

Nous en sommes maintenant à la mise sur pied détaillée du Programme et à l'établissement de mécanismes administratifs. Toutefois, le Programme s'applique aux conversions adminissibles depuis le soir de la présentation du budget, soit le 28 octobre 1980. Voilà pourquoi nous encourageons les consommateurs qui transforment leurs systèmes de chauffage à conserver leurs reçus, ce qui leur permettra de présenter des demandes ultérieurement. Nous encourageons également les services de gaz et d'électricité, ainsi que les autres organisations qui exécuteront ces programmes, de mettre à la disposition des consommateurs l'information nécessaire sur le rendement des calorifères et les mesures d'économie complémentaires qu'ils pourraient prendre, pour qu'ils puissent se procurer un système de chauffage de la bonne disposition pour leurs résidences ou leurs entreprises.

Il s'agit d'un programme de plusieurs années dont l'objectif est censé être atteint en 1990. Les propriétaires des résidences n'ont pas à s'inquiéter, les fonds ne s'épuiseront pas et le programme ne s'écourtera pas avant qu'ils aient eu le temps de procéder aux travaux de conversion et de satisfaire aux conditions d'admissibilité. Même s'il est souhaitable que ces travaux soient réalisés le plus tôt possible, les propriétaires ne doivent pas se sentir obligés de procéder à toute allure en vue d'une date limite.

Dès le début, le programme a été doté de mesures spéciales pour Terre-Neuve, l'Île-du-Prince-Édouard et les Territoires, régions qui ne pourront pas s'approvisionner au gaz naturel dans un avenir rapproché. Dans ces régions, le programme ordinaire s'appliquera aux combustibles renouvelables, mais la subvention pourra servir à payer, jusqu'à concurrence de $800, la moitié des coûts de l'amélioration de la consommation du mazout, notamment par la modernisation des calorifères et par l'amélioration de l'isolation thermique des maisons.

En Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick, le pétrole sert à produire une bonne partie de l'électricité qui alimente les résidences ce qui peut poser des problèmes quand il s'agit de justifier la conversion du mazout à l'électricité. Nous débattons actuellement la question avec ces provinces.

En plus d'appliquer le programme de conversion, qui constitue la principale mesure d'encouragement en vue de remplacer le pétrole, nous engagerons une contribution importante dans l'expansion des réseaux de distribution de gaz naturel et d'électricité, et d'autres systèmes, notamment pour l'alimentation en énergies renouvelables des agglomérations isolées. Nous nous proposons d'utiliser ces fonds pour financer des travaux d'expansion qui n'auraient fort probablement pas lieu dans des circonstances normales. Cette initiative devrait nous faciliter considérablement l'aménagement de l'infrastrucutre de distribution qui nous permettra d'atteindre l'objectif de 10 %.

Alors que les fonds consacrés à d'autres fins dans le cadre du Programme national de l'énergie seront principalement destinés aux provinces de l'Ouest, les subventions du Programme canadien des substituts du pétrole s'adresseront à la Colombie-Britannique, au Canada central et aux provinces de l'Atlantique, régions qui sont en retard sur les Prairies dans l'utilisation du gaz naturel. La Colombie-Britannique, les provinces de l'Atlantique, le Québec et l'Ontario ont déjà dépassé leurs objectifs de consommation pétrolière dans les secteurs résidentiel, commercial et industriel. Par contre, même si les provinces des Prairies affichent généralement un niveau acceptable de consommation pétrolière, elles font face à des problèmes particuliers que nous espérons pouvoir résoudre grâce à des dispositions spéciales du programme des substituts.

CONCLUSION

En résumé, le "Nouveau programme de l'énergie" permettra d'élargir considérablement les programmes fédéraux d'énergies renouvelables et d'économies d'énergie, qui connaissent déjà un vif succès. Le tableau qui figure à la page 98 du rapport intitulé "Le Programme énergétique national" illustre bien l'importance accordée aux substituts du pétrole, aux énergies renouvelables et aux économies d'énergie; la contribution fédéral dans ces secteurs sera d'ailleurs relevée de quelque 3 milliards de dollars au cours de la période 1980-1983. Cette contribution plus importante permettra la mise en oeuvre de nouveaux programmes et l'élargissement de certains de nos programmes actuels les plus efficaces, dont certains mettent l'accent sur la réduction de la consommation pétrolière. De plus pour accentuer davantage l'importance de la conversion aux substituts du pétrole, la contribution fédérale englobera de nouveaux travaux de recherche, de développement et de démonstration de combustibles liquides de rechange.

Nous souhaitons que l'engagement de fonds plus importants rehaussera fortement l'efficacité énergétique dans tous les secteurs, accélérera la pénétration des énergies renouvelables et des énergies de rechange sur le marché des produits énergétiques et réduira la dépendance envers le pétrole.

Nous attendons avec impatience l'occasion de prendre connaissance des conclusions auxquelles arriveront les membres de votre Comité. Le fruit de vos recherches minutieuses et de vos nombreuses audiences devrait faciliter, au gouvernement, l'identification des énergies de rechange et des techniques de pointe qui contribueront à diminuer la dépendance du Canada à l'égard du pétrole et à assurer la sécurité énergétique des Canadiens au cours des années à venir.



If undelivered, return COVER ONLY to.
Canadian Government Printing Office,
Supply and Services Canada,
45 Sacré-Coeur Boulevard,
Hull, Québec, Canada, K1A 0S7

En cas de non-livraison,
retourner cette COUVERTURE SEULEMENT à.
Imprimerie du gouvernement canadien,
Approvisionnements et Services Canada,
45, boulevard Sacré-Coeur,
Hull, Québec, Canada, K1A 0S7

Available from the Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, Hull, Quebec, Canada K1A 0S9

En vente: Centre d'édition du gouvernement du Canada, Approvisionnements et Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

Publications

HOUSE OF COMMONS

Issue No. 31

Tuesday, December 2, 1980

Chairman: Mr. T. H. Lefebvre

CHAMBRE DES COMMUNES

Fascicule nº 31

Le mardi 2 décembre 1980

Président: M. T. H. Lefebvre

DEPOSITORY LIBRARY MATERIAL

Minutes of Proceedings and Evidence of the Special Committee on

Alternative Energy and Oil Substitution

Procès-verbaux et témoignages du Comité spécial de l'

Énergie de remplacement du pétrole

RESPECTING:

Study on alternative energy and oil substitution

CONCERNANT:

Étude de l'énergie de remplacement du pétrole

WITNESSES:

(See back cover)

TÉMOINS:

(Voir à l'endos)

LIBRARY
DEC 30 1980

First Session of the Thirty-second Parliament, 1980

Première session de la trente-deuxième législature, 1980

29341—1

SPECIAL COMMITTEE ON ALTERNATIVE ENERGY AND OIL SUBSTITUTION

Chairman: Mr. T. H. Lefebvre

Messrs.

Corbett MacBain
Gurbin

COMITÉ SPÉCIAL DE L'ÉNERGIE DE REMPLACEMENT DU PÉTROLE

Président: M. T. H. Lefebvre

Messieurs

McCauley Rose
Portelance

(Quorum 4)

Le greffier du Comité

J. M. Robert Normand

Clerk of the Committee

Published under authority of the Speaker of the House of Commons by the Queen's Printer for Canada

Available from the Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

Publié en conformité de l'autorité de l'Orateur de la Chambre des communes par l'Imprimeur de la Reine pour le Canada

En vente: Centre d'édition du gouvernement du Canada, Approvisionnements et Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

MINUTES OF PROCEEDINGS

TUESDAY, DECEMBER 2, 1980
(44)

[*Text*]

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met at 3:44 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

Witnesses: From Energy, Mines and Resources Canada—Office of Energy Research and Development: Dr. Peter Dyne, Director; Mr. B. Cook, Technical Adviser.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution (*See Issue No. 1*).

Dr. Dyne made an opening statement.

The witnesses answered questions.

Mr. MacBain assumed the Chair.

At 5:50 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

PROCÈS-VERBAL

LE MARDI 2 DÉCEMBRE 1980
(44)

[*Traduction*]

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à 15 h 44 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef et gestionnaire des projets du Comité.

Témoins: D'Énergie, Mines et Ressources Canada—Bureau de recherche de l'énergie et du développement: M. Peter Dyne, directeur; M. B. Cook, conseiller technique.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole (*Voir Fascicule nº 1*).

M. Dyne fait une déclaration préliminaire.

Les témoins répondent aux questions.

M. MacBain assume la présidence.

A 17 h 50, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

Le greffier du Comité

J. M. Robert Normand

Clerk of the Committee

EVIDENCE

(*Recorded by Electronic Apparatus*)

Tuesday, December 2, 1980

• 1545

[*Text*]

The Chairman: I will now call this meeting to order.

It is a pleasure to welcome for the second time Dr. Peter Dyne, Director, Office of Energy Research and Development, Department of Energy, Mines and Ressources.

Dr. Dyne, I know that the last time you were here bright and early but that we could not meet because of difficulties which presented themselves to us but which were beyond our control. I trust that everything will go better to-day.

In case you might be wondering what is happening around 4.30, you will know that I will be leaving because of another commitment: it will not be because you are the witness. I just wanted to let you know that right at the beginning, that the committee will go on but that I, personally, must leave about half past four.

Mr. Peter Dyne (Director, Office of Energy Research and Development, Department of Energy, Mines and Ressources): I see. Okay.

The Chairman: So, without any further ado, and as I understand that you have an opening statement to make . . .

Mr. Dyne: Yes.

The Chairman: . . . I will give you the floor, sir—and welcome to the committee.

Mr. Dyne: Well, thank you very much Mr. Chairman, ladies and gentlemen; and thank you again for giving me a second time at this committee. All the other logistics are now worked out, I gather.

Now, as Director of the Office of Energy R&D, I am, as it were, a spokesman for the technical community in general, and what I want to try and do today is to tell you, in general, what I think the technical community can contribute towards the problems which you are examining.

I would emphasize that the job of the technical community is not to develop energy policies or energy strategies, though we are very interested in those, of course. And by energy plans, I mean how many tar sands plants are going to be built, how many reactors are going to be built. The job of the technical community is to make sure that those devices work—if you like, to prepare for the policy makers and the politicians like yourselves a number of technical options about which we can say, "Yes, they work", or, "They work but with some limitations"; or we can also give this sort of advice. "If you want to do it this sort of way or if you want to solve the problem that sort of way, these are some of the technical problems which you would have to tackle".

So I want to emphasize that in the presentation I am giving, I am dissociating myself, for very good specific reasons, from energy policy considerations and decisions as to how much energy we use from one area to another.

TÉMOIGNAGES

(*Enregistrement électronique*)

Le mardi 2 décembre 1980

[*Translation*]

Le président: Je déclare maintenant la séance ouverte.

J'ai le plaisir de souhaiter la bienvenue pour la deuxième fois à monsieur Peter Dyne, Directeur du Bureau de recherche de l'énergie et du développement du Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources.

Monsieur Dyne, je sais que la dernière fois, vous êtes arrivé très tôt mais que nous n'avons pu nous voir en raison de difficultés indépendantes de notre volonté. J'espère que tout ira mieux aujourd'hui.

Je vous signale qu'à 4 h 30, je devrai m'absenter car j'ai un autre engagement et je ne voudrais pas que vous pensiez que c'est parce que vous serez en train de témoigner. Je voulais vous informer dès le début que la séance se poursuivra, mais que je dois partir vers 4 h 30.

M. Peter Dyne (directeur, Bureau de recherche de l'énergie et du développement, ministère de l'Énergie, Mines et Ressources): Je comprends. D'accord.

Le président: Sans plus tarder, je crois que vous avez une déclaration préliminaire . . .

M. Dyne: Oui.

Le président: Je vous donne la parole, monsieur, et bienvenue au comité.

M. Dyne: Merci beaucoup, monsieur le président, mesdames et messieurs; et merci encore de m'accueillir une deuxième fois au comité. Je suppose que tous les autres éléments sont à présent résolus.

Au titre de Directeur du Bureau de recherche de l'énergie et du développement, je suis par le fait même le porte-parole de la communauté technique en général et ce que je prévois faire aujourd'hui, c'est de vous expliquer généralement comment, d'après moi, la communauté technique peut contribuer à la résolution des problèmes que vous étudiez.

J'aimerais souligner que le rôle de la communauté technique n'est pas d'élaborer des politiques ou des stratégies énergétiques bien que celles-ci nous intéressent beaucoup, bien sûr. Lorsque je parle de planification énergétique, je veux dire combien d'usines de sables bitumineux et combien de réacteurs construirons-nous. La communauté technique doit s'assurer que ces installations fonctionnent, si vous le voulez, afin d'offrir aux personnes qui élaborent les politiques et aux hommes politiques comme vous-mêmes un certain nombre d'options techniques qui soient applicables parfaitement ou avec certaines limites. Nous pouvons aussi donner des conseils comme: «Si vous désirez accomplir ce travail de cette façon ou si vous prévoyez résoudre le problème de telle façon, voici les difficultés techniques qui se présenteront».

Je veux également souligner, que pour de très bonnes raisons spécifiques, dans mon exposé, je ne tiens pas compte des considérations en matière de politique énergétique ni des décisions concernant la quantité d'énergie consommée d'une région à l'autre.

[*Texte*]

The basis of my presentation is a paper called *Energy R&D—The Future* which we prepared earlier this year for MOST and there is a large amount of technical material in here which I hope your staff will find of interest. The talk that I am giving is essentially a commentary on this presentation.

Now, in this paper we did three things. We divided up the technology areas into twelve general categories and we made estimates of the contributions which those categories of energy technology could make to either energy supply, or energy demand in the case of oil conservation, by the year 2 000. Then on the basis of those estimates, we went through another exercise. We indicated the technical problems which we felt had to be solved or had to be tackled before one had an assurance that those supplies or those conservation technologies would in fact be available in the year 2000. We also made estimates of the funding which would be involved for the federal part of that R&D exercise.

• 1550

The slide which I have and which I am going to talk to at some length is a visual presentation of those contributions, and I will show it here now.

First of all, the units here are in units of thousands of barrels of oil a day. That is simply a convenience, as you well know. Different energy sources produce energy in different fashions and different energy sources are not readily inter-convertible. It is a matter of convenience. The black numbers are the contribution . . .

Mr. Portelance: Can we have copies of those?

Mr. Dyne: There is a copy in the book, at the back of the paper which has been circulated to you.

Mr. Portelance: Thank you.

Mr. Dyne: The black is today. The other convention is to indicate very clearly that the conservation technologies which save energy are a sort of activity entirely different from the supply side. We posted those in a different colour, just to emphasize the difference.

There are three areas of energy efficiency in residential—that is, homes and buildings—industrial—industry, transportation—that is obvious—conventional oil, heavy oil and tar sands, alcohols, natural gas, solar energy, the other renewables, which are very largely wood, with a little bit of wind in there, hydroelectricity, which has a very large potential, apparently, coal, and nuclear. There is one other convention which I suspect you are familiar with, and that is, in the electricity-related technologies we are talking about things in the primary energy domain, so what we are tabulating is essentially the amount of oil you would have to burn to get the electricity in the secondary area.

The first thing I must emphasize is that these contributions have very significant uncertainties associated with them. In the bank of "Energy R&D—The Future", there is a description of how we arrived at any one of these numbers, and the staff or

[*Traduction*]

Mon exposé se fonde sur un rapport intitulé: «Recherche et développement de l'énergie—l'Avenir» (Energy Rand D—the Future), rédigé en grande partie au début de cette année et contenant un grand nombre d'informations techniques qui, j'espère, intéresseront le comité. Je désire essentiellement faire quelques commentaires sur ce rapport.

Il y a trois aspects dans ce rapport. Nous avons d'abord divisé les domaines technologiques en douze catégories générales et nous avons évalué les contributions que ces catégories apporteraient soit à l'approvisionnement énergétique soit à la demande d'énergie dans le domaine de la conservation du pétrole, d'ici l'an 2000. Ensuite, en nous fondant sur ces évaluations, nous sommes passés à un autre exercice. Nous avons signalé les problèmes d'ordre technique qui, selon nous, devaient être résolus ou abordés avant de s'assurer que ces réserves ou ces techniques de conservation seraient en fait accessibles dès l'an 2000. Nous avons également évalué les subventions fédérales nécessaires à la réalisation de ce projet de recherche et de développement.

La diapositive que j'ai en main et dont je vais discuter assez longuement est une présentation visuelle de ces contributions. La voici.

D'abord, les unités sont données en milliers de barils de pétrole par jour. C'est simplement pour des raisons de commodité, comme vous le savez. Les différentes sources d'énergie fournissent l'énergie de diverses façons et l'on ne peut facilement les convertir entre elles. C'est pour faciliter les choses. Les chiffres en noir indiquent les contributions.

M. Portelance: Pouvons-nous avoir des exemplaires de ces données?

M. Dyne: Il y en a un dans le livre, à l'endos de la feuille qui vous a été distribuée.

M. Portelance: Merci.

M. Dyne: Les chiffres en noir sont les contributions actuelles. L'autre couleur a été choisie pour indiquer très clairement que les technologies de conservation de l'énergie sont des activités entièrement différentes de celles de l'approvisionnement. Nous avons choisi de les indiquer par une autre couleur, juste pour souligner la différence.

Il y a trois secteurs de rendement énergétique: le secteur domiciliaire, c'est-à-dire les maisons et les immeubles, le secteur industriel, évidemment c'est l'industrie et le transport. Nous avons le pétrole conventionnel, l'huile lourde, les sables bitumineux, les alcools, le gaz naturel, l'énergie solaire, et les autres énergies renouvelables qui en grande partie se composent de bois, d'un petit peu de vent, de l'hydro-électricité qui semble avoir un très grand potentiel, de charbon et d'énergie nucléaire. Il y a un autre élément qui, je crois, vous est familier, ce sont les technologies liées à l'électricité. Nous traitons du domaine de l'énergie primaire et les données du tableau représentent essentiellement la quantité de pétrole qui doit être brûlée pour produire l'électricité dans le secteur secondaire.

Ce que je désire d'abord souligner c'est qu'il y a des incertitudes très significatives liées à ces contributions. A l'endos de «Recherche et développement de l'énergie—l'avenir» (Energy R and D—The Future), il y a une description de notre

[*Text*]

anybody else can look at those numbers and rework them and come up with other estimates. Naturally an area like this is very uncertain, and the uncertainties in many cases are at least a factor of two. One cannot pretend to be any more precise than that. The uncertainties exist—for instance, in conventional oil this includes assumptions about what may be got offshore Newfoundland. If that oil is not available, then the number will be much smaller. This has implied in it a rate of building of the tar sands plants. If for any reason whatsoever that schedule is not reached, then the number will be significantly smaller. And so forth across the whole spectrum.

What we have tried to do is to give a balanced judgment. In many cases we have, as you will see at the back, a low estimate and a high estimate from various authorities whom we tabulated. We have just conveniently taken the lead. What we have tried to do is to tread the narrow line between optimism and pessimism.

Having said that, I am going to say something which may sound rather peculiar. I think, nevertheless, having tried on an individual basis to get that balance between optimism and pessimism, in general all these estimates in a way are really very optimistic. What is likely to happen, in my opinion, with Murphy's Law and everything else, is we will in fact get significantly less from these technologies than we anticipate.

There is another point I should emphasize.

The Chairman: Could I interrupt just for a second? You say you will be getting quite a bit less from those sources than you anticipate, or than we anticipate in general?

• 1555

Mr. Dyne: Than we anticipate in general; that is to say, it would be prudent to take the pessimistic view.

The Chairman: Could you elaborate on that and tell us why you think that is going to happen? Is it because of lack of incentives or there are obstacles that are not being removed?

Mr. Dyne: I am going to come to that later in a number of detailed instances.

The Chairman: Okay.

Mr. Dyne: There is one point I should emphasize here, that we do not in this tabulation make the suggestion at all that this is exactly the way energy supply and demand will work out in the year 2000. The business of making a selection from those energy sources and those energy technologies and fitting them together in an over-all supply and demand balance, that is a problem for the energy policymaker and the planner. If you like, this is a menu which could be available.

Now, because of the uncertainties which exist, if for instance, to repeat the point I made about the tar sands, there

[*Translation*]

façon de procéder pour en arriver à ces chiffres et les membres du comité ou toute autre personne peuvent étudier ces chiffres et les recalculer et obtenir d'autres estimations. Naturellement, un tel secteur est très obscur et, dans de nombreux cas, les incertitudes sont d'au moins d'un facteur de deux. L'on ne peut prétendre être plus précis que cela. Les incertitudes existent, par exemple, dans le cas du pétrole conventionnel; ceci englobe les hypothèses concernant la production au large de Terre-Neuve. Si celle-ci n'est pas accessible, la production nationale sera beaucoup plus petite. Nous supposons également que des usines de sables bitumineux seront construites. Si, pour une raison ou pour une autre, ces projets ne sont pas réalisés, la production sera considérablement moins élevée, et ainsi de suite pour l'ensemble des possibilités d'énergie.

Ce que nous avons essayé de faire, c'est d'être judicieux dans notre jugement. Dans bien des cas, comme vous le verrez à l'endos, nous avons dressé la liste des évaluations minimales et des évaluations maximales obtenues de diverses autorités. Pour des raisons de commodité, nous avons simplement fait la moyenne. Nous avons essayé de combler l'étroit écart entre l'optimisme et le pessimisme.

Sur ce, je vais dire autre chose qui peut sembler bizarrre. Je crois que même si, sur une base individuelle, nous avons essayeé de trouver un équilibre entre les aspects optimiste et pessimiste de la question, en général, toutes ces estimations sont d'une certaine façon très optimistes. Ce qui se passera probablement, d'après moi, compte tenu de la loi de Murphy et de tout le reste, c'est que ces technologies donneront considérablement moins de résultats que nous prévoyons.

Il y a un autre point que je devrais souligner.

Le président: Me permettez-vous d'interrompre pour un instant? Vous dites que vous obtiendrez beaucoup moins que vous prévoyez ou que nous prévoyons en général?

M. Dyne: Le rendement devrait être inférieur à ce que nous prévoyons en général, c'est-à-dire qu'il est prudent d'être pessimiste.

Le président: Pourriez-vous expliquer votre commentaire et nous dire pourquoi vous croyez que tel sera le résultat? Est-ce que c'est parce qu'il y a un manque d'intérêt ou qu'il y a des obstacles qui ne pourront être surmontés?

M. Dyne: Je reviendrai là-dessus et je vous donnerai plusieurs exemples détaillés.

Le président: D'accord.

M. Dyne: A ce stade, je devrais souligner que nous ne prétendons pas du tout que les données du tableau présentent exactement la situation de l'approvisionnement et de la demande énergétiques en l'an 2000. Le problème de choisir parmi les sources d'énergie et les technologies énergétiques et de les appliquer pour qu'en général la réserve et la demande soient équilibrées doit être résolu par ceux qui élaborent les politiques et par les planificateurs. Si vous voulez, c'est une situation qui pourrait peut-être se présenter.

Étant donné les incertitudes qui existent, si, par exemple, pour reprendre la question des sables bitumineux, il y a des

[*Texte*]

are problems in dealing with the very large amounts of water which are required for tar sands processing, and if these problems turn out to be very great, then tar sands plants cannot be built on the schedule which is indicated here.

In the case of the coal technologies, if we do not come to terms with the environmental problems in getting coal out of the ground, again coal cannot be used on that scale. And so, the uncertainties that you ask about, Mr. Chairman, are first of all of that nature—those are technical uncertainties—and then there are also the political and the financial uncertainties. For instance, the recent decision of the Alberta government not to licence a tar sands plant is just essentially a political stopper for the moment on one particular technology.

Now, the point of general philosophy that I have, and I would like to present to you, is that the job of the technical community is to make as sure as possible that from the technical side each one of those technologies is available to work. Essentially, we do not know what problems we have to face or the problems we are going to experience, and so the job of the technical community as a whole is to build, what I might term, a safety net to underlie all the uncertainties which we can face over the next 20 years.

Now in more detail, I would like to talk about some of the particular contributions. You will notice, and this is a point I know has been made to you several times before, that the contributions one can expect from the conservation technologies are very significant, they are at least as great as many of the contributions you can see from the supply technologies. The point also made to you from the point of view of cost effectiveness is that these technologies are very, very cost effective. Now, that is true up to a point.

Let me talk about energy consumptin in the residential area which is a very important area for Canada. It is true that by simple insulation of houses that you can reduce the average energy consumption by 10 or 15 per cent, but this particular bar makes the assumption that it is cost effective to put in retrofit measures which reduce the energy consumption by a very much greater amount, up to 35 and 40 per cent. Now, it is a matter of opinion as to how expensive that is going to be. So that, as it were, as you move up this particular contribution, each barrel of oil you save becomes more and more expensive and we do not know the point at which that particular type of saving will become too difficult or too expensive, and so then there is a major technical problem to establish that particular limit.

Now, the area of industrial energy conservation, when we started to think about it, turned out to be a different type of problem. We have a very large number of energy intensive industries in Canada and, indeed, one can increase the efficiency with which they use energy, but for the industrial sector, the question is not their efficiency in using energy, it is just their efficiency. To what extent do they make money? If the industry, for instance, can improve its balance sheet by saving on one raw material rather than saving on energy, it will do that. So this exercise of reworking Canadian industry,

[*Traduction*]

problèmes concernant les très grandes quantités d'eau nécessaires à la transformation des sables bitumineux et si ces problèmes sont très complexes, les usines en question ne pourront être construites dans les délais prévus ici.

Dans le cas des technologies du charbon, si nous ne pouvons régler les problèmes environnementaux liés à l'extraction du charbon, celui-ci ne pourra pas être exploité à cette échelle. Monsieur le président, les incertitudes sur lesquelles vous vous interrogiez sont d'abord de cette nature, c'est-à-dire d'ordre technique, et il y a en outre celles d'ordre politique et financier. Par exemple, la récente décision du gouvernement de l'Alberta de ne pas autoriser la construction d'une usine de sables bitumineux est essentiellement un moyen politique de freiner pour le moment le développement d'une technologie particulière.

Ma philosophie générale est que la tâche incombe à la communauté technique de s'assurer dans la mesure du possible que du point de vue technique, chaque technologie soit exploitable. En principe, nous ne savons pas quels problèmes nous devrons résoudre ou surmonter, et c'est pourquoi la communauté technique en général doit créer un dispositif de sécurité pour prévoir toutes les incertitudes qui nous attendront d'ici vingt ans.

Je vais à présent traiter plus en détail de certaines contributions. Vous remarquerez, et c'est un point qui vous a déjà été signalé plusieurs fois, que les contributions prévues des technologies de conservation sont très considérables. Elles sont au moins aussi importantes que celles prévues dans le cas des technologies d'approvisionnement. L'on vous a déjà également signalé que du point de vue des coûts, ces technologies sont très rentables. C'est vrai, dans une certaine mesure.

Permettez-moi de parler de la consommation énergétique du secteur domiciliaire qui constitue un très important secteur au Canada. C'est vrai que grâce à une simple isolation des maisons, la consommation énergétique moyenne peut être réduite de 10 ou 15 p. 100, mais il est supposé qu'il est rentable de faire des modifications qui permettront de réduire la consommation énergétique de beaucoup plus, c'est-à-dire de 35 à 40 p. 100. Les opinions varient en ce qui concerne les coûts de ces transformations. C'est pourquoi, les choses étant ainsi, chaque baril de pétrole qui est épargné coûte de plus en plus cher et nous ne savons pas à quel point ce genre particulier d'économie deviendra trop difficile à réaliser ou trop coûteux et il y a alors un problème majeur d'ordre technique dans l'établissement de cette limite particulière.

Dans le domaine de la conservation énergétique du secteur industriel, nous avons découvert un autre type de problème. Nous avons un très grand nombre d'industries au Canada qui consomment beaucoup d'énergie et il est vrai que cette consommation pourrait devenir plus efficace mais, dans le secteur industriel, l'on ne vise pas à obtenir une consommation plus efficace mais à améliorer tout simplement son rendement. Les industries sont-elles rentables? Si l'industrie, par exemple, peut améliorer son bilan en économisant sur une matière première plutôt que sur l'énergie, elle le fera. C'est pourquoi

[*Text*]

is part of the whole exercise of reworking Canadian industry to be more competitive, and cannot really separate energy efficiency from over-all efficiency. This is a very large activity but one which cannot, in my opinion, properly have a simple focus just of energy, because it involves the whole efficiency of industry.

• 1600

Now, on the supply side, the thing that you observe is that the large contributions are from the conventional energy sources, the ones we are essentially using now. Large contributions are from oil, from heavy oils, from gas, from electricity, from coal and from nuclear energy, and a characteristic of the associated problems in every one of those technologies is that the uncertainty is generally environmental in nature. Unless we can rework these technologies, or institute them on a much larger scale in environmentally sanitary fashion, we will not be able to implement them and so the major technical concern in these large energy supply technologies is, in general terms, environmental in nature.

Now, the other thing you will notice is that the new energy sources using alcohol, solar energy and renewable energy, other renewable energies, are relatively small. They are small because they are new technologies, but you have to be careful. They are small relative to the other contributions which are so large. In themselves, the concision which we have to make to implement even that amount of solar heating, is a very, very large industrial and technical development. It is rather like the difference between an optimist and a pessimist saying, is the glass half full or half empty?

So when we post these small contributions here, that is not saying that they are not worth while achieving. They make a small contributin, maybe, at this particular date, but the important thing is that they may make a much larger contribution some time in the future, and unless we work very hard right now to implement those technologies, they can never make a larger contribution in the future. So just simply looking at the size of those numbers should not give you an idea of priorities, which of the things are more important and which things are less important.

Even more, what I can call the exotic energy sources, things like fusion, things like hydrogen and photovoltaics, do not show up this contribution at all because as far as I can judge on the scale we are using, they will not be making a significant contribution at that time. But that does not mean in any way that you can forget about them, or it is not worth while bothering about them, because unless you work on them now, we will never be in a position to develop them or use them in the future.

Now, I intend to depart a little from the original text which I gave you. I mean to talk in terms of recommendations which you might be interested in making. One of the comments I have, which I am going to skip over, is the general question of funding of energy R and D because to a large extent this has

[*Translation*]

cette modification particulière de l'industrie canadienne fait partie de l'ensemble des transformations de l'industrie canadienne en vue d'atteindre une plus grande compétitivité et l'on ne peut pas réellement séparer le rendement énergétique du rendement globale. Cette transformation est très considérable et, d'après moi, ne peut consister simplement à modifer les utilisations de l'énergie parce qu'il est question du rendement global de l'industrie.

Du côté de l'approvisionnement, vous constatez que les importantes contributions proviennent des sources d'énergie conventionnelles, celles qui sont principalement exploitées actuellement. Celles-ci sont le pétrole, les huiles lourdes, le gaz, l'électricité, le charbon et l'énergie nucléaire et l'un des traits caractéristiques des problèmes associés à chacune de ces technologies est que l'incertitude présente est en général de nature environnementale. A moins de modifier ces technologies ou de les exploiter à une échelle beaucoup plus grande et de façon à ne pas endommager l'environnement, nous ne pourrons pas les mettre en application et c'est pourquoi les principales inquiétudes d'ordre technique dans le domaine de ces vastes technologies d'approvisionnement énergétique sont, en termes généraux, de nature environnementale.

Vous constaterez également que les nouvelles sources d'énergie qui utilisent des alcools, l'énergie solaire et d'autres énergéies renouvelables sont relativement petites. Elles sont petites en raison de leur nouveauté mais il faut faire attention. Elles sont petites par rapport aux autres contributions qui sont si grandes. Pour obtenir simplement l'énergie solaire équivalente, il faudra de très grandes améliorations sur le plan industriel et technique. c'est un peu comme la différence entre l'optimiste et le pessimiste qui se demandent si le verre est à moitié vide ou à moitié plein.

En classant ainsi ces petites contributions, nous n'affirmons pas qu'elles n'en valent pas la peine. Actuellement, ces contributions sont peut-être négligeables, mais il est important de se rappeler qu'elles peuvent devenir beaucoup plus importantes dans l'avenir, et à moins que nous travaillions très fort tout de suite pour appliquer ces technologies, leur apport ne pourra jamais se développer. L'importance de ces chiffres ne devrait pas vous indiquer où sont les priorités, quels sont les plus importants éléments ni quels sont les moins importants.

En outre, même les sources d'énergie que je qualifie d'exotiques, c'est-à-dire la fusion, l'hydrogène et l'énergie photovoltaïque, ne dépassent pas du tout cette contribution en autant que je puisse en juger car, d'après l'échelle que nous avons utilisée, leur contribution ne sera pas importante à ce moment-là. Mais cela ne veut pas du tout dire qu'il faut les oublier, ou qu'elles ne valent pas la peine d'être exploitées car à moins de les développer tout de suite, nous ne pourrons jamais les développer ni les utiliser à l'avenir.

Je voudrais à présent m'éloigner un peu du texte original que je vous ai distribué. Je veux parler des recommandations que vous serez peut-être intéressés de faire. Je ne traiterai pas de la question générale du subventionnement de la recherche et du développement de l'énergie car il en est question en grande

[*Texte*]

been overtaken by the announcement in the national energy program and so I am just essentially going to pass over that and more to a question of priorities in the sense of what are the things which give concern; what are the thing I want to be sure are done.

• 1605

Now as I think you all know, the real pressure point in the energy business is in liquid fuels. It is the shortage of liquid fuels and the remarkable versatility and the special virtues they have in the transportation sector which make that shortage so difficult and so awkward. So as far as I am concerned, that has the highest priority. And I am particularly concerned that we do our very best by essentially the conventional oil technologies and the development of the tar sands because, however we organize our affairs, we are going to be very, very dependent on those resources over the next 20 years, whatever the future may unfold.

Now in the case of the alternative liquid fuels, the alcohols, we are presented in short order with a different type of problem. Essentially we do know what the costs of those fuels are, and we do not know exactly how well they will work in the transportation sector. So if you want to find out in a hurry, inside five years, you are presented with having to make a commitment on a large scale to build demonstration plants on a full scale so that you will really find out what the costs are and not be dealing with projections and paper studies. Also it would be necessary to run demonstration programs with large numbers of vehicles—I mean 1,000 to 5,000 vehicles for a demonstration on a real scale—so you will find out what the practical problems are. I want to emphasize that if you want to obtain that information inside 10 years so that you can make a policy decision as to which sort of substitute fuel you are involved in, one has to make large commitments of that sort.

Now, there is an awkward part about that which is that, quite likely, having gone through that exercise you will come to the conclusion that one or other of those options does not work; it is not economic or it is impracticable for one reason or another. And then you have to face the fact that you will have to walk away and leave all that standing—you will have to write off a large investment. That is an awkward and unpleasant decision to have to face if you want to make the decision to go into a crash program. One of the things I think one has to think out very carefully is that if you plan to operate demonstrations on that scale that you have some sort of back-up decision so that you can retrieve something from the investment you have made.

Now, having indicated a priority in that area something which is within a very, very short time frame, I do not want to give you the impression that we should write off or forget about things in the long term—things like fusion, hydrogen and photovoltaics and so forth. Now the argument there is of a completely different form, because what we are saying is that unless we make the investments in the R&D now, Canada will not be in a position to be a developer and manufacturer, nor be

[*Traduction*]

partie, dans la déclaration du programme national de l'énergie. Je vais laisser ce point de côté et je vais passer aux priorités, c'est-à-dire à savoir quels sont les éléments inquiétants et ce qu'il faut absolument accomplir.

Je crois que vous savez tous que l'élément critique réel des besoins énergétiques ce sont les combustibles liquides. C'est la pénurie de ces combustiles liquides, leurs remarquables possibilités d'application et leurs atouts spéciaux dans le secteur du transport qui rendent cette pénurie aussi difficile et aussi gênante. Selon moi, la plus importante priorité devrait être accordée aux technologies conventionnelles liées au pétrole et à l'exploitation des sables asphaltiques et je crois qu'il faut y consacrer tous nos efforts car, d'une manière ou d'une autre, nous allons dépendre énormément de ces ressources au cours des vingt prochaines années, peu importe les événements futurs.

Dans le cas des autres combustibles liquides, c'est-à-dire des alcools, nous devons faire face à court terme à une autre sorte de problème. En premier lieu, nous ne connaissons pas les côuts de ces combustibles et nous ne savons à quel point ils pourront servir dans le secteur du transport. Si vous voulez connaître cela très vite, soit en moins de cinq ans, vous êtes obligés de vous engager à une grande échelle et construire des usines pilotes complètes afin de connaître les coûts et de ne pas travailler avec des prévisions et des études. En outre, il serait nécessaire de mettre en œuvre des programmes de démonstration avec de grands nombres de véhicules, soit de 1,000 à 5,000 véhicules, pour faire des essais dans des conditions réelles. C'est comme ça que vous connaîtrez les problèmes d'application. Je désire souligner que s'il vous faut ces informations en moins de dix ans pour pouvoir faire une décision politique concernant les autres sortes de carburants que vous pouvez utiliser, il faut entreprendre de tels travaux d'envergure.

Il y a un côté gênant à cette démarche, c'est-à-dire qu'il est fort possible qu'une fois l'essai terminé, vous vous apercevez que l'une ou l'autre des possibilités ne satisfait pas les besoins. Soit que le procédé n'est pas économique ou qu'il n'est pas facilement applicable pour une raison ou pour une autre et vous devrez vous rendre compte que l'installation doit être abandonnée et que vous aurez perdu un important investissement. C'est une décision gênante et désagréable à envisager que de lancer un programme sans aboutissement. Je crois qu'il faut être très prudent avant de faire des essais de telle envergure et penser à une solution de rechange afin de ne pas tout perdre les investissements de l'entreprise.

Je vous ai présenté une priorité du secteur dans le cadre d'une très courte période de temps, mais je ne veux pas vous faire croire qu'il faut rayer ou oublier les projets à long terme, à savoir les projets concernant la fusion, l'hydrogène et l'énergie photovoltaïque, etc. La question ne se pose pas du tout de la même façon car à moins d'investir tout de suite dans la recherche et le développement, le Canada ne pourra plus développer de techniques ni produire de l'énergie ni participer

[*Text*]

able to partake in that industrial development, 15 and 20 years hence. We may very well use the technology by importing it, but we will not really have any benefit ourselves in our industrial intrastructure. So, actually the argument in that type of investment turns out to be very much more in the economic development of the country as a whole rather than simply its energy contribution.

In this particular connection I should remind you that we are facing in two areas quite critical decision points. The NRC has told you about their program for a large wind turbine and their program for fusion, they have said to you that, unless decisions are taken relatively shortly that, yes, those developments are going to be supported, essentially, we are going to be writing off for Canada, a participation in the development of that technology. That is, unfortunately, the blunt state of affairs. Dr. Redhead, in particular, made that point about fusion—he was one of the first witnesses you had and I will be talking a little more about fusion in a moment—and he is quite right about the fact that we are essentially, within the next few months, facing a critical decision time.

• 1610

I would like to talk now more about the organizational institutional difficulties of getting that job done. The matter of supplying money is just one step, the far more difficult part is organizing our affairs in the country and in government so that that money can be spent and can be spent efficiently. One of the constraints, which again has been brought to your attention, is the problem federal government laboratories have in the availability of manpower. The situation over the past few years is that the NRC, for instance, has money for research in solar energy, but they have not had an allotment of man-years even to supervise the external contract work. This, I am afraid, is a very short-sighted and a very dangerous circumstance, because there is grave danger of the money's not being well spent, and with the situation we now have of, apparently, money's being available, it is absolutely essential, for any activity involving the federal government, that man-years and staff are available. I am afraid this may sound a bit self-serving, from a person who is a government servant, but I have to tell you taht the laboratories cannot, in fact, respond in any way at all without having the availability of skilled staff simply to manage these funds, even if the whole of the programs are contracted out.

We have also, in the future, to be contracting out R&D programs with industry on a very large scale, on a much more comprehensive scale than we have done before. One of the problems with the contracting-out process is that it is done as a short-term, one year at a time technique, with essentially a very limited commitment on the part of the federal government. Industry, for its part, cannot respond with a highly trained technical staff on a year-on year-off type of program. So we have to think of developing long-term contracts with industry, giving industry a major role to play in developing the technology so that they also have a chance to develop their own staff on a long-term basis.

[*Translation*]

à l'essor industriel d'ici quinze ou vingt ans. Nous pourrons très bien appliquer la technologie en l'important, mais nous n'en profiterons pas réellement nous-même au sein de notre infrastructure industrielle. Par conséquent, ce qui nous intéresse dans ce genre d'investissement touche beaucoup plus au développement économique du pays en général qu'à sa contribution énergétique.

En ce qui concerne ce point, je dois vous rappeler que nous devons faire des décisions très critiques dans deux domaines. Le CNR vous a mis au courant de leur programme relatif à une grande turbine à vent et de leur programme concernant la fusion. Ils vous ont signalé qu'à moins de prendre des décisions dans un délai relativement court, qu'effectivement ces programmes seront appliqués; nous allons nous réserver essentiellement le droit de participer au développement de cette technologie. Tels sont malheureusement les faits bruts. Monsieur Redhead, en particulier, a fait ce commentaire sur la fusion—il a été parmi les premiers à faire un témoignage et je traiterai encore un peu de la fusion dans un instant—et il a parfaitement raison lorsqu'il dit que d'ici quelques mois, nous devrons prendre des décisions critiques.

Je voudrais maintenant passer aux difficultés d'ordre organisationnel et institutionnel qui se présentent dans la réalisation du travail. Le subventionnement n'est qu'une étape à franchir, la partie la plus difficile consiste à organiser nos affaires à l'échelle du pays et du gouvernement de manière à pouvoir dépenser les subventions avec rentabilité. L'une des contraintes qui vous a également été signalée est le problème du recrutement du personnel dans les laboratoires du gouvernement fédéral. Depuis quelques années, le CNR, par exemple, a les fonds nécessaires à la recherche sur l'énergie solaire, mais l'attribution des années-personnes est insuffisante, même dans le cas de la surveillance des travaux donnés à contrat. J'ai bien peur que cette politique soit imprévoyante et très dangereuse car on risque fort que les fonds soient mal répartis et étant donné que nous disposons des fonds nécessaires, il est absolument essentiel de prévoir des années-personnes et le personnel nécessaire pour poursuivre les activités du gouvernement fédéral. Je sais qu'une telle déclaration semble avoir un but intéressé, car je suis moi-même un fonctionnaire, mais je dois vous signaler que les laboratoires ne peuvent réellement pas donner des résultats sans un personnel qualifié chargé simplement d'administrer ces fonds, même si l'ensemble des programmes sont réalisés sous contrat.

Nous devrons également mettre en œuvre, au titre de contrats avec l'industrie des programmes de recherche et développement sur une très grande échelle et même beaucoup plus vaste qu'auparavant. L'un des problèmes dans le processus d'impartition, c'est qu'il est fait à court terme pour une période d'un an et, qu'en général, l'engagement du gouvernement fédéral est très limité. En ce qui concerne l'industrie, elle ne peut garder un personnel technique hautement qualifié avec un programme d'une durée d'un an. C'est pourquoi, il faut songer à signer des contrats à long terme avec l'industrie, ce qui lui donnerait un important rôle à jouer dans le développement de

[*Texte*]

I would like to conclude with some other comments, which I have tabled for you, on the possibility of setting up special laboratories and institutes to deal with various parts of these energy technologies. I gathered from your previous deliberations that you had posed questions of this sort to various witnesses, as to whether setting up special laboratories or institutes was appropriate. I would like to comment to you on some of the problems, some of the difficulties that would have to be negotiated.

Some 15 years ago, I had the responsibility of setting up, essentially, a special laboratory, the material science laboratory, which was associated with the Whiteshell Nuclear Research Establishment, so I can speak, I think, with some conviction about what is involved in the type of exercise. To illustrate my point, I am going to make comments relative to six specific areas, which I have just chosen for exemples:

• 1530

Mr. Rose: Could I ask for a clarification on that? Why are there spinoff possiblities in microbiology and not in conservation?

Mr. Dyne: I did not say that there were not.

Mr. Rose: But I thought that is what your last sentence just implied, that while you might not get them to produce alcohol, these bugs, you might find some other very useful products as a result of that work.

Mr. Dyne: Yes.

Mr. Rose: And I thought you had just said that the vagueness of conservation per se was so broad that it would be a bad thing necessarily for us just to say that; we had to become more specific.

Mr. Dyne: What I was saying is that laboratory with just the title "Conservation" over the door is not a good direction for the laboratory. If you wanted to work in the conservation area I think you would want to go, for example, to one specific industry, like the electrometallurgical industry.

Mr. Rose: Or better insulation, something like that, to work on, better than fibreglass.

Mr. Dyne: Okay, you go specifically to the building industry and say, work on conservation in the building industry. Under those circumstances, I am saying, it is a different type of definition. Conservation is too general. If you say conservation in the specific industry you do have a motivation in a direction which will work. That is the only point I was making.

In the case of electrochemistry, which is developing batteries and fuel cells, the technical problem there is that that is a very, very well worked over area and the probability of making major breakthroughs in that area is not very high. Everybody else has observed that that is an important area, and also the nature of the development of the science is that it is not one in which major startling breakthroughs are, in my opinion, likely

[*Traduction*]

la technologie et lui permettrait de perfectionner son personnel au cours d'une plus longue période.

Je voudrais finir mon exposé par quelques autres remarques que j'ai élaborées pour vous sur les possibilités de construire des laboratoires et des instituts spéciaux qui traiteraient de divers aspects de ces technologies énergétiques. Je crois comprendre d'après vos délibérations antérieures que vous avez posé de telles questions à divers témoins pour savoir s'il était approprié de créer des laboratoires et des instituts spéciaux. Je voudrais parler de certains des problèmes et de certaines des difficultés qui devront être surmontés.

Il y a environ quinze ans, j'ai eu la responsabilité de créer un laboratoire spécial, le laboratoire des données scientifiques, qui était rattaché au Whiteshell Nuclear Reasearch Establishment. C'est pourquoi je peux vous expliquer, avec une certaine conviction, en quoi consiste une telle activité. Pour illustrer mon point, je vais parler de six secteurs spécifiques que j'ai choisis à titre d'exemple:

M. Rose: Est-ce que je pourrais avoir quelques précisions à ce sujet? Pourquoi y a-t-il des possibilités de dériver d'autres technologies dans le cas de la microbiologie et non pas dans le cas de la conservation?

M. Dyne: Je n'ai pas dit qu'il n'y en avait pas.

M. Rose: Mais je pensais que c'était ce que votre dernière phrase sous-entendait, que bien qu'ils ne produisent peut-être pas d'alcool, c'est-à-dire les insectes, que vous découvrirez peut-être d'autres produits très utiles au cours des recherches.

M. Dyne: Oui.

M. Rose: Et je pensais que vous aviez dit que le domaine de la conservation comme tel était si vaste qu'il ne serait pas nécessairement bon de le choisir; qu'il fallait être plus spécifique.

M. Dyne: Ce que j'ai dit, c'est qu'un laboratoire ayant simplement comme objectif la «Conservation» n'aurait pas d'orientation. Si vous désirez travailler dans le domaine de la conservation, je crois qu'il serait préférable de se limiter, par exemple, à une industrie en particulier, comme l'industrie de l'électrométallurgie.

M. Rose: Ou encore améliorer l'isolation ou quelque chose du genre qui soit mieux que la fibre de verre.

M. Dyne: D'accord, vous dites à l'industrie de la construction de travailler dans le domaine de la conservation dans le cadre de ses besoins. Dans de telles circonstances, d'après moi, c'est un autre type de définition. La conservation est trop générale. Mais si vous encouragez la conservation dans une industrie spécifique, votre motivation prend une direction qui portera fruit. C'était simplement ce que je voulais dire.

Dans le cas de l'électrochimie qui met au point des batteries et des piles à combustibles, le problème technique consiste en ce que ce domaine est déjà très connu et que la probabilité d'y faire de grandes découvertes n'est pas très élevée. Tout le monde a remarqué que c'était un domaine important et qu'en raison de la nature du progrès de la science, il ne semble pas probable, d'après moi, qu'il y ait de grandes découvertes. Il

[*Text*]

to occur. There are other reasons, which are not really relevant to this committee, why it might very well be appropriate in Canada to have a special centre associated with electrochemistry, but with a centre associated with batteries as such, my concern would be taht the technology is not sufficiently promising or unknown to give you a large probability of a payoff. I will come back to that in a moment.

Now, in the case of photovoltaic devices, the state of affairs is really quite a contrast from electrochemistry. There, there is a high probability that nature has a large number of surprises for us, and so, while it is a competitive field, a large number of other people have clearly recognized that there are opportunities there. There are still major discoveries and major surprises to be made, so that it is potentially a very fertile field.

In the case of hydrogen, I find that this is rather an unwieldy topic. There are two parts to this. Making hydrogen by electrolysis, that is essentially part of the electrochemical centre which I have been describing before, and the potential there is relatively small. In a sense what I am saying here, I learned this morning, has been somewhat overtaken by events. I understand that the industrial consortium involved with Hydro-Québec and Noranda in the Electrolyser Corporation are putting in private money of their own for developments of that sort. In that particular technology, private investment done in industry is, I think, very much the more appropriate way of going about it. So I think that is a very promising development.

When you come to the uses of hydrogen in the transportation area, again I see some difficulty because the problems are large and it is not all that promising an area. Hydrogen, whatever its virtues may be, has essentially two immutable difficulties. Being made from electricity, it is going to be expensive and, because it is a gas, it is going to be awkward to handle. All one can do is to make the process for making hydrogen a little more efficient and to make the handling of hydrogen a little less awkward, but there is no, as I see it, major transformations which are going to occur which are going to remove those difficulties in principle.

In the case of fusion, we have now a completely different state of affairs. This is, as you know, a highly competitive field and it is one in which it is certainly possible that there can be quite startling developments. There is possibility of a special lab or a special centre in alcohol fuels, another one which I am talking about is microbiology, with the idea of developing special bugs, special bacteria, which can produce alcohol from wood or cellulosic materials. Electrochemistry is an example, with the aim of looking at batteries and things like fuel cells. Then there are photovoltaics, hydrogen and lastly, fusion. Now I have chosen that list not because it is a complete list, there may be a number of other possibilities, but I have chosen that because you will see in the comments which follow that there is a considerable variety of responses we could make and a

[*Translation*]

existe d'autres raisons qui ne concernent pas réellement ce comité pour lesquelles il serait peut-être approprié au Canada d'avoir un centre spécial d'électrochimie, mais dans le cas d'un centre qui travaillerait sur les batteries comme telles, je m'inquièterais que la technologie n'offre pas suffisamment de possibilités ou ne soit pas suffisamment inconnue pour que la probabilité d'une découverte utile soit forte. Je reviendrai sur ce sujet dans un instant.

En ce qui concerne les dispositifs photovoltaïques, la situation existante est réellement très différente de celle de l'électrochimie. Dans ce domaine, il y a une très forte probabilité que la nature nous cache un très grand nombre de surprises et c'est pourquoi, bien que ce soit un domaine où la concurrence est grande, beaucoup de personnes reconnaissent clairement qu'il y existe des possibilités. Il reste des découvertes importantes à faire et des surprises importantes à dévoiler et c'est pourquoi ce domaine a un potentiel fort considérable.

Dans le cas de l'hydrogène, je crois que c'est un sujet assez difficile. Il y a deux choses à considérer. La fabrication de l'hydrogène par électrolyse serait l'objectif principal du centre électrochimique dont j'ai parlé auparavant. Le potentiel de ce produit est relativement faible. D'une certaine façon, ce que je vous signale maintenant a été modifié par les circonstances, d'après ce que j'ai appris ce matin. Il semble que le consortium industriel engagé avec Hydro Québec et Noranda dans l'Electrolyser Corporation subventionne lui-même les développements de ce genre. Dans le cas de cette technologie particulière, des investissements privés dans l'industrie sont, selon moi, beaucoup plus appropriés. Et c'est pourquoi ce domaine est très prometteur.

En ce qui concerne les utilisations de l'hydrogène dans le secteur du transport, je vois également des difficultés car les problèmes sont grands et cette application n'a pas beaucoup de potentiel. L'hydrogène, indépendamment de ses vertus, présente principalement deux difficultés inmuables. Étant donné que ce produit est fait à partir de l'électricité, il devient très coûteux et, étant donné que c'est un gaz, il est difficile à manipuler. Tout ce que l'on peut faire c'est de rendre le processus de fabrication de l'hydrogène un peu plus efficace et de faciliter un peu la manipulation de ce produit mais il n'y a pas, d'après moi, d'importantes transformations qui vont se produire pour éliminer en principe ces difficultés.

Dans le cas de la fusion, l'état des choses est complètement différent. Comme vous le savez, c'est un domaine où la concurrence est très élevée et où il est certainement possible qu'il y ait des découvertes extraordinaires. Un laboratoire ou un centre spécialisé en carburants alcoolisés est une possibilité, une autre est un laboratoire en microbiologie où l'on pourrait développer des insectes et des bactéries spéciaux qui produiraient de l'alcool à partir du bois et des matières cellulosiques. L'électrochimie qui englobe le domaine des batteries et des piles à combustibles est un autre exemple. Il y a également l'énergie photovoltaïque, l'hydrogène et, enfin, la fusion. J'ai choisi ces domaines non pas parce qu'ils sont exhaustifs—il y a peut-être bien d'autres possibilités—mais parce que vous verrez, par les commentaires qui suivent, qu'il y a un choix

[*Texte*]

considerable variety difficulties that you may experience in setting up.

• 1645

Mr. Gurbin: Excuse me, what was the one just before photovoltaics?

Mr. Dyne: That was electrochemistry which is generally working in the area batteries and fuel cells.

The first the most important thing before we start out is to define the objective of that particular laboratory, and the definition of that objective, which almost comes in the title, is one which has to have very, very careful consideration because the definition must include in it an objective, the area where it must be defined, but it must be defined in such a way that the people working in the lab will be pointed in the particular direction in which they are suppose to go. The thing is that the direction must in some sense point to the unknown, point to unknown areas of science so that is a possibility for growth and change and progress in that laboratory.

Just as an aside, to choose the topic "conservation" would be a very bad on very inapropriate topic because it is just so general that it would not give any direction to the people recruited in that particular laboratory. You could have 10 or 100 people indeed each working on some aspects of a more energy-efficient technology, but there would be no necessary connection between them, no common ground and none of the discussion among members of the laboratory, which really makes the laboratory work. In the conservation area you would have to think of different of mechanism. I think you would have to go to industrial research associations where one industry could work on the problems which were specifically its own.

Let us now run down some of the problems one might see in this definition. In the case of alcohol fuels, what I see one is likely to do is build demonstration plants which will show what the practical problems and the costs are in making alcohol. That is a very short-term practical problem and it does not push one far enough out into the future of the unknown to be a really valuable focus for a research institute. On the other hand, when you set up those demonstration plants it is very important that you have a very significant R&D activity associated with that plant so that you get as much information as possible out of it. But that is a different type of operation from the one I am thinking of here.

In contrast, is the area of microbiology where you are trying to develop, as I said, clever bugs, clever bacteria which could work efficiently or fast to make, for example, alcohol from cellulose, and that in my opion is a very promising field. There are all sorts of things which could be done and there is a very significant dividend. The scientists in that area may not be successful actually making alcohols, but if they do not do that there is a very high probability, almost a certainty, that they will produce technologies which will make available other materials which are of very significant economic value. So that it is a very profitable area of research in general and in that

[*Traduction*]

considérable de possibilités et une gamme considérable de difficultés qui se présentent lors de la mise sur pied d'un laboratoire.

M. Gurbin: Excusez-moi, mais qu'avez-vous cité juste avant l'énergie photovoltaïque?

M. Dyne: J'ai parlé de l'électrochimie qui touche en général au domaine des batteries et des piles à combustibles.

D'abord, avant de poursuivre, il est très important de définir l'objectif du laboratoire. L'on doit bien réfléchir à cette définition qui apparaît presque intégralement dans la désignation du laboratoire car elle doit comprendre en soi l'objectif, le champ d'application et elle doit être formulée de façon à ce que les spécialistes du laboratoire soient orientés dans la direction voulue. Le problème, c'est que la direction à suivre doit mener en quelque sorte à l'inconnu, à des domaines inconnus de la science pour qu'il y ait une possibilité de développement, de changement et de progrès dans ce laboratoire.

Soit dit en passant, le fait de choisir comme objectif la «conservation» serait très mauvais et très inapproprié car c'est un sujet tellement général que les spécialistes du laboratoire en question n'auraient aucune direction sur laquelle se fonder. Il y aurait en effet entre 10 et 100 personnes qui étudieraient certains aspects d'une technologie énergétique plus efficace mais il n'y aurait pas nécessairement de lien entre eux, il n'y aurait pas de base commune et il n'y aurait pas de discussions entre les membres du laboratoire, ce qui est fondamental au fonctionnement de celui-ci. Dans le domaine de la conservation, il faudrait trouver des mécanismes différents. Je crois qu'il faudrait consulter les associations de recherche industrielle où une industrie pourrait travailler sur les problèmes qui lui sont spécifiques.

Citons à présent certains problèmes qui pourraient se présenter dans cette définition. Dans le cas des carburants alcoolisés, il semble probable de construire des usines pilotes pour déterminer quels sont les problèmes pratiques et les coûts de la fabrication de l'alcool. C'est un problème de mise en application à très court terme qui ne nous mène pas assez loin dans l'avenir de l'inconnu pour constituer réellement un objet d'intérêt pour un institut de recherche. Cependant, pour établir de telles usines pilotes, il est essentiel de rattacher à ces usines une activité de recherche et de développement afin de recueillir le plus d'informations possibles. Mais c'est une exploitation différente de celle à laquelle je pense actuellement.

Par contraste, le domaine de la microbiologie où l'on essaie de mettre au point comme je l'ai signalé des insectes et des bactéries spéciaux qui permettraient de dériver efficacement ou rapidement, par exemple, de l'alcool de la cellulose, est selon moi, très prometteur. Toutes sortes de choses pourraient être accomplies et le dividende en serait très élevé. Les hommes de science dans ce domaine ne réussiront peut-être pas à fabriquer des alcools, mais il est fort probable et peut-être même certain qu'ils produiront des technologies permettant de créer d'autres produits ayant une valeur économique très importante. C'est pourquoi ce domaine de la recher-

[*Text*]

sense it would be a good investment. I myself am personally sceptical whether the devices at present being developed will turn out to be actually practical and, in a general sense, economic, but having said that, the area of plasma physics is essentially so unexplored that there is a significant possibility of the physicist's coming up with a completely different way of dealing with that technology. The reason, as far as I am concerned, for an investment in that area is that that possibility exists; in fact it is necessary, in my opinion, if that technology is going to take off. Now, because Canada is a small country and can only make a small investment, another subset is that in Canada we have to pick out a special niche for us. We cannot just follow what other people are doing.

• 1625

The second thing is the matter of finding the proper home for this institute, and how it is going to be connected with industry. We are talking about mission oriented research in general here. It is very important to arrange, or stage manage somehow, the correct connection between the people working in the laboratory and an industry or an organization which can in fact use the results of that laboratory. Related to that is another very important matter and that is the constraint involved in the rate in which you can hire staff for a new institute. If you are starting from scratch, you will be lucky if you can hire three new professional staff a year and you will have to interview 30 people to pick the three you want. Then you also have to face the fact that there is a sort of critical size for an institute, which is at least 10 professional people. You also have to face the fact of life that, having made that very careful selection of 10 people, the success of that laboratory in the long run depends upon one of those 10, who will turn out to be the person who has the real drive and the real ideas which will make that laboratory really work.

Setting up a new institute is a long term project. It is going to take you 10 years probably before you really have it working and producing results. That is in general an argument, if you are going to set up these new institutes, of grafting them on existing organizations. There are other reasons, of course, for setting up special ones, but with the constraints we have in Canada, I think the need to start off to build on existing laboratories and institutions is very strong.

Now, to go down the list again, in the case of an institute related to alcohols, my feeling is that the linkage with the demonstration plant is much too strong for a pure research organization because the commitment to those plants would dictate that people could only work on relatively short term problems. Having said that, nevertheless, if you are going to set up those demonstration plants, they have to be supported by a technological group who can make continuous changes and modifications to the plant, but it is not the proper focus for a special institute. In the micro-biological area, that is one which can be, I think, relatively speaking, isolated from the plant. It can be in an existing laboratory and it can be in a

[*Translation*]

che est très profitable en général et dans ce sens, ce serait un bon investissement. Personnellement, je suis sceptique sur l'applicabilité des dispositifs mis au point actuellement et, de manière plus générale, leurs avantages économiques mais, ceci dit, le domaine de la physique du plasma est en général tellement inconnu qu'il y a une très forte possibilité que les physiciens trouvent un moyen complètement différent d'appliquer cette technologie, D'après moi, la possibilité est là et l'on devrait investir dans ce domaine; en fait, je crois qu'il est nécessaire d'investir dans ce secteur pour lancer cette technologie. Étant donné que le Canada est un petit pays et ne peut faire que de petits investissements, un autre élément à considérer c'est qu'ici au Canada, il faut trouver une direction qui nous soit utile. Nous ne pouvons nous contenter d'imiter les autres.

Le deuxième point d'intérêt consiste à déterminer le domaine du centre de recherche et quel lien devrait exister entre celui-ci et l'industrie. Nous traitons en général des recherches orientées vers une mission. Il est très important de définir ou de créer d'une manière ou d'une autre, un lien approprié entre les travaux du laboratoire et une industrie ou un organisme qui pourra en réalité se servir des résultats obtenus dans le laboratoire. Un autre point connexe très important est la contrainte qui se présente dans le recrutement du personnel du nouveau centre. Si vous partez de rien, vous aurez de la chance si vous pouvez engager trois professionnels par année et pour trouver ces trois candidats, vous devrez en interviewer trente. Vous devrez alors songer au fait qu'un laboratoire doit tout de même posséder un personnel d'au moins dix professionnels. Il faut aussi prévoir qu'étant donné ce choix très judicieux des dix professionnels, à long terme, le succès du laboratoire dépendra d'une personne parmi les dix qui sera véritablement la cheville ouvrière et qui aura les meilleures idées assurant le bon fonctionnement du laboratoire.

La création d'un nouveau centre de recherche est un projet à long terme. Il faut probablement dix ans avant que l'exploitation soit complète et qu'il y ait des résultats. Si vous mettez sur pied de tels instituts c'est en général un argument en faveur de leur rattachement à des organismes existants. Il y a , bien sûr, d'autres raisons de créer des laboratoires spécialisés, mais compte tenu des contraintes actuelles au Canada, je crois qu'il est nécessaire de les annexer à des laboratoires et des instituts existants.

Pour récapituler, dans le cas d'un centre de recherche sur les alcools, d'après moi, le lien avec l'usine-pilote est beaucoup trop fort pour un organisme de recherche car l'engagement vis-à-vis de telles usines obligerait les scientifiques à ne traiter que des problèmes relativement à court terme. Cependant, si vous mettez sur pied ces usines-pilotes, il faudra prévoir un groupe de techniciens qui peuvent apporter des modifications constantes à l'usine, mais cela ne constitue pas le véritable objet d'un institut spécial. Dans le domaine de la microbiologie, selon moi, en toute relativité, le laboratoire peut être isolé de l'usine. L'on pourrait l'annexer à un laboratoire existant ou le placer dans un campus universitaire et c'est pourquoi ce

[*Texte*]

university campus, so that particular area does not present particular problems for them. When you turn to electrochemistry, we face the standard problem with Canadian industry and that is that the battery manufacturers, the electrochemical organizations, are small. They are subsidiaries of foreign companies and their interests are, in general, very very short term. So the major coupling problem is finding an industrial organization in canada who is actually interested in getting involved in such long term investments.

• 1630

I had been thinking about this quite carefully over the past two or three days, and I have come to the general conclusion that we should not think about giving reserach or pushing research into industry. We have to stage-manage things the other way about: stage-manage things so that an industrial organization in its own right wants to do research in a particular area and then arrangements are made to supply federal funding or laboratories to meet industry's needs. That, I think, will be a very much more profitable synergism than forcing technology on an industry which says it has shorter-range problems.

In the case of photovoltaic . . .

Mr. Gurbin: Would you just clarify that for me a little?

Mr. Dyne: I will run that through again. I think the better way of approaching this problem is if you can stage-manage things so that if industry wants to get involved to have a problem solved, then the research facilities or the research expertise or the funding which it may need from the federal government or from an institute are available to them, for their own purposes. The driving force of the industry asking, wanting research to be done, I think, would be much more efficacious than saying, here is a research laboratory; you chaps over here should be interested in this.

Mr. Rose: Just on a point of information, there is a parallel with what we are doing under CIDA. We do not go to developing countries and say, here, we have some great researchers, aid, we will give you. We respond to requests.

Mr. Dyne: That is a very good parallel. The situation I was involved in with the Whiteshell laboratories was in fact that. The corporate entity, the engineers, felt they needed a material science activity as a fundamental research activity, so the laboratory already had a customer set up for it. The industry which surrounded it wanted that sort of research to be done; and that is a very happy and a very profitable way of setting things up.

In the area of photovoltaics, I think this is a much better opportunity than electro chemistry. It is a newer industry. It is one which I think is perhaps more receptive to new ideas. There is one problem, however, which is an institutional one and which has to be negotiated again, and that is the matter of intellectual property. Private industry is interested in these developments only if it is going to end up by making some money out of the proposition, and that means they have to own, have an interest in, that technology. We have to find ways and means in which, with government funding, you can

[*Traduction*]

domaine ne présente pas de problèmes particuliers. En électrochimie, par contre, nous faisons face au problème courant de l'industrie canadienne, c'est-à-dire que les manufacturiers de batteries et les organismes d'électrochimie sont petits. Ils sont des filiales des sociétés étrangères et, en général, leurs objectifs sont déterminés à très court terme. Par conséquent, le principal problème d'association consiste à trouver une industrie canadienne qui soit réellement intéressée à faire de tels investissements à long terme.

J'y ai songé très sérieusement depuis deux ou trois jours et j'ai conclu qu'en général, nous ne devrions pas confier la recherche au secteur industriel ni l'encourager. Nous devons organiser nos affaires de manière inverse, c'est-à-dire de façon à ce que les industries désirent, de leur propre chef, faire des recherches dans un domaine particulier et que, par la suite, des subventions du gouvernement fédéral ou des laboratoires soient mis à leur disposition pour satisfaire leurs besoins. D'après moi, ce serait une synergie beaucoup plus profitable que d'obliger une industrie dont les problèmes sont à court terme à faire des recherches sur une technologie plus vaste.

Dans le cas de l'énergie photovoltaique . . .

M. Gurbin: Pourriez-vous vous expliquer un peu?

M. Dyne: Je vais répéter. Je pense que la meilleure façon de résoudre le problème serait d'organiser nos affaires de manière à permettre à une industrie qui désire surmonter un obstacle d'obtenir, auprès du gouvernement fédéral ou d'un institut, à ses propres fins, les installations de recherche ou les chercheurs ou le subventionnement dont elle a besoin. L'énergie dont témoigne une industrie dans la réalisation de recherches serait beaucoup plus efficace que le fait de lui dire simplement qu'il y a un laboratoire à sa disposition et que ça devrait l'intéresser.

M. Rose: A titre d'information, l'ACDI fait actuellement un travail parallèle. Nous ne disons pas aux pays en voie de développement que nous disposons de très bons chercheurs et que nous allons les aider. Nous attendons les demandes.

M. Dyne: C'est un bon parallèle. C'était en fait la situation qui s'est produite dans le cas des Whiteshell Laboratories. L'entité de la société, c'est-à-dire les ingénieurs, était d'avis qu'elle avait besoin d'une activité scientifique concrète comme activité de recherche fondamentale. C'est ainsi qu'un client existait déjà. L'industrie connexe avait besoin de telles recherches, ce qui est une manière très heureuse et très profitable d'organiser les affaires.

Dans le domaine de l'énergie photovoltaïque, il y a selon moi, beaucoup plus de potentiel que dans le cas de l'électrochimie. C'est une industrie plus récente et qui accueille peut-être plus librement les nouvelles idées. Il y a cependant un problème d'ordre institutionnel et qui doit être négocié de nouveau, celui de la propriété intellectuelle. L'industrie privée s'intéresse à ces découvertes uniquement si elle peut faire un profit, ce qui veut dire qu'elle doit être propriétaire ou actionnaire de cette technologie. Nous devons trouver des moyens par lesquels, grâce à des subventions du gouvernement, vous pourrez néan-

[*Text*]

nevertheless still have the important incentive remain with industry that they do have an access, and a proprietary access, to the intellectual property. Without that, they are not interested. There is a possibiltity, I think, the alternative energy corporation, as a Crown corporation, could perhaps work as a corporate federal intermediary in that sort of area.

The last thing which I would comment on and which you have to evaluate is if you are going to make that sort of investment, what is the provability of pay-off? That again is a value judgment. In the list I have given you, the highest probability of success, in my opinion, is in the microbiological area. I think that is a very fertile area. The one for which I think the chances of success for a small Canadian operation are perhaps lowest are in the area of fusion, because it is a very, very long shot. Having said that, one has to admit that because of the nature of that particular problem, that long shot could have a very, very big dividend. In this type of discussion, you are always faced with this trade-off, between the shorter-term thing, the easier thing which is more certain; and the longer-term thing, which is more uncertain but which has a bigger dividend.

• 1635

I would just like to finish with two general comments. The technical community is, I can assure you, very interested and very much involved in helping nations solve its problems in these areas, but the technical community wants very clear signals that there is a real commitment from governments for long-term support of research. One cannot go into this business on the basis of thinking that you can get answers out in two or three years. You have to make a long-term commitment and, for various reasons, the technical community becomes suspicious of the long-term commitments of governments for reasons which I do not have to go into.

The last thing I would say is that the ultimate constraint for Canada is the availability of skilled manpower. And so, in order to bring about these changes, the long-term investment that you have to realize is that you train people in universities. And, again, you come back to the matter of commitment of the nation as a whole to technological development, because unless people entering universities feel that at the end of their university careers, which is five or ten years hence, that there are going to be technical jobs for them, they will not be interested in making that personal investment.

Thank you very much.

The Chairman: Thank you, Dr. Dyne. As I mentioned at the beginning, I must leave now, and I would ask Mr. MacBain to take the chair. The first name on the list, Mr. MacBain, is Mr. Gurbin.

An hon. Member: How did he get on there first?

Mr. Gurbin: Because I came on time—just 15 minutes late!

I would just like to mention before I start that I am sorry to see our Chairman leave.

The Acting Chairman (Mr. MacBain): I am sorry, Dr. Gurbin, your time is up.

[*Translation*]

moins conserver l'importante motivation pour l'industrie privée, et leur donner accès à la propriété intellectuelle. Sans cela, l'industrie ne sera pas intéressée. Je crois qu'il serait possible qu'une société de la Couronne axée sur les possibilités énergétiques puisse jouer le rôle d'intermédiaire fédéral dans ce domaine.

La dernière chose que je veux signaler et que vous devez évaluer, c'est de savoir, si vous allez faire de tels investissements, à quel point la rentabilité est-elle probable? C'est encore un jugement de valeur. Parmi les domaines que je vous ai présentés, la plus grande possibilité de succès est, d'après moi, dans le domaine de la microbiologie. Je crois que c'est un secteur très prometteur. Je crois que le domaine où une petite entreprise canadienne aurait le moins de chances de réussir est celui de la fusion car c'est un domaine très vaste. Ceci dit, l'on doit admettre qu'en raison de la nature de ce problème particulier, ce vaste domaine pourrait présenter de très gros profits. Dans ce genre de débat, vous avez toujours un choix à faire entre un projet à court terme où la réalisation est plus certaine et un projet à long terme qui est plus incertain mais qui offre une plus grande rentabilité.

Pour finir, je voudrais faire deux commentaires d'ordre général. Je peux vous assurer que la communauté technique est très intéressée à aider les nations à résoudre leurs problèmes dans ces domaines et qu'elle y travaille activement. Mais elle veut être certaine que les gouvernements sont prêts à s'engager à long terme dans la recherche. L'on ne peut entreprendre de tels travaux en pensant qu'il y aura des résultats dans l'espace de deux ou trois ans. Il faut s'engager à long terme et, pour diverses raisons, la communauté technique n'a pas confiance dans les engagements à long terme des gouvernements, mais je n'ai pas besoin d'expliquer ces raisons.

Finalement, la plus grande contrainte au Canada est l'accessibilité d'une main-d'œuvre spécialisée. C'est pourquoi, afin de réaliser ces changements, il faut investir à long terme dans la formation universitaire des employés. Et encore vous revenez à la question de l'engagement de la nation entière dans le développement de la technologie, car à moins que les candidats à l'université pensent qu'à la fin de leurs études qui durent en général entre cinq et dix ans, ils pourront se trouver un emploi dans leur domaine, il ne seront pas intéressés à faire un tel investissement personnel.

Merci beaucoup.

Le président: Merci, monsieur Dyne. Comme je l'ai mentionné au début, je dois m'absenter et je prie M. MacBain de me remplacer. Le prochain à prendre la parole, monsieur MacBain, c'est monsieur Gurbin.

Une voix: Comment se fait-il que ce soit son tour?

M. Gurbin: Parce que je suis arrivé à temps—je n'avais que quinze minutes de retard!

Je voudrais simplement signaler avant de commencer que je regrette que le président doive partir.

Le président suppléant (M. MacBain): Je m'excuse, monsieur Gurbin, mais votre temps s'est écoulé.

[*Texte*]

The Chairman: Now you are going to see how it is run.

Mr. Rose: Is that the only name you have on the list?

The Acting Chairman (Mr. MacBain): So far. I will take names as Dr. Gurbin progresses.

Mr. Rose: I will give you a four-letter word, two of them. R-o-s-e? By any other name it is still the same.

Mr. Gurbin: I would like to thank Dr. Dyne for the presentation which stimulated a number of extra cells in my head that had been asleep for quite a while through some of the other presentations, and I think, also, as we are coming closer to the end of our exposure to a number of different aspects to the energy situation, it helps us come to grips with what I think are some of the more important problems that we have today.

There are three or four areas that I would like to try to get some clarification on. The first one is on conservation and I am only going to deal with that in one regard and then I will leave that to one or other of my colleagues who I am sure will take it up in more detail. It seems to me that what has been happening, and you brought the point out really well, that even in the national energy program, as we have brought before us now, I am not too impressed, except in certain areas, with what we are doing, and I think that view is shared maybe by a number of others. But the question is really what the problem is in dealing with conservation. It is not really a specific question in my mind as to one area or the other, whether it is homes or whether it is insulation or whatever it is, it is a question of dealing with it somehow . . .

Mr. Dyne: Yes, it is, indeed.

Mr. Gurbin: . . . and coming to grips with it and probably marketing it, too, but that is part of the same kind of problem. So, I wonder if you can lend some of your brilliance to our problem and help us with a solution to that problem in your own terms. How do you think we can effectively deal with it?

Mr. Dyne: The problem with conservation in general is that you are dealing with 24 million individual people who have to do things differently, or 8 million homes. And so, if you have a technology which is an improvement, you have a market of 8 million. The other extreme is really the nuclear business where there are only ten provincial utilities and so that there are just ten possible customers and that is it, a much, much easier problem. There is an organization institutional problem to get those changes, and my personal experience is that the things which you read in these little pamphlets that you can do to improve your house, they are both more difficult and more expensive than you would think when you read the little book. That was the point I was making, that we have yet to find, I think in detail, how cost effective some of these things are.

[*Traduction*]

Le président: Vous allez voir comment les choses se déroulent.

M. Rose: Est-ce que c'est le seul nom que vous avez?

Le président suppléant (M. MacBain): Oui, jusqu'ici. Je vais noter les noms au cours de l'intervention de monsieur Gurbin.

M. Rose: Mon nom s'écrit R-o-s-e!

M. Gurbin: J'aimerais remercier monsieur Dyne de sa présentation qui a stimulé un certain nombre de cellules supplémentaires dans ma tête, lesquelles ont dormi pendant assez longtemps au cours de certaines autres présentations et je pense, en outre, étant donné que nous touchons à la fin des témoignages sur les différents aspects de la situation énergétique, que son discours nous aide à nous sensibiliser à certains des plus importants problèmes actuels.

J'aimerais avoir d'autres explications dans trois ou quatre domaines. J'aimerais d'abord traiter d'un aspect de la conservation et je laisserai ensuite la parole à l'un ou l'autre de mes collègues qui pourra certainement approfondir le sujet. Il me semble, et vous l'avez bien mis en évidence, que la situation est telle que, même en ce qui concerne le programme énergétique national, que l'on nous présente actuellement, les progrès ne sont pas impressionnants sauf dans certains cas. Je crois que bien d'autre personnes partagent mon opinion. Mais ce qui nous intéresse c'est le problème de savoir comment s'occuper de la conservation. Je n'ai pas de question spécifique dans un domaine ou dans l'autre, que ce soit concernant les maisons, l'isolation ou autre, mais il s'agit d'arriver, d'une manière ou d'une autre, à la conservation . . .

M. Dyne: C'est exactement ça.

M. Gurbin: . . . de pouvoir prendre la situation en main et probablement de commercialiser la technologie qui en résultera, ce qui, cependant, fait partie du même genre de problème. J'aimerais donc que vous mettiez votre matière grise en marche et vous nous aidiez à trouver une solution dans vos propres termes. Comment pensez-vous que nous pouvons efficacement remédier au problème?

M. Dyne: Le problème relatif à la conservation en général, c'est que vous avez affaire à 24 millions de particuliers qui ont des façons différentes de faire les choses, soit à 8 millions de maisons. Par conséquent, si vous découvrez une technologie d'amélioration, vous devez la vendre à 8 millions de foyers. L'autre extrême est, en vérité, l'industrie nucléaire pour laquelle il n'existe que dix services publics provinciaux, soit seulement dix clients possibles de sorte que le problème est beaucoup plus facile à résoudre. Effectuer ces modifications constitue un problème d'organisation administrative et, d'après mon expérience personnelle, les choses que vous lisez dans ces petits livrets qui disent ce que vous pouvez faire pour améliorer votre habitation sont à la fois plus difficiles et plus coûteuses que vous ne le pensez lorsque vous les lisez. C'est ce que je voulais dire, que nous avons encore à établir en détail, je pense, quelle est l'efficacité de ces choses par rapport à leur coût.

[*Text*]

• 1640

The real limiting problem in the conservation area is, bluntly, that energy is just still too cheap, and if energy was much more expensive, the conservation thrust would get resolved very quickly.

Mr. Gurbin: So that is a drive. Do you see that as the single most important drive in relative pricing?

Mr. Dyne: That is my opinion, yes.

Mr. Gurbin: Thank you. The second thing I would like to talk about a little bit is PERD, the acronym, I guess, for panel of energy, research and development. Are you the head of that?

Mr. Dyne: Mo office is the secretary to that panel; we do all the soft work.

Mr. Gurbin: How effective do you really think that is in being able to manage the multiplicity of technologies and areas that you are really expected to deal in? I just want to expand that a little because I think it is part of the whole issue of management of both our research and development area with all the different energy technologies, particularly if we are looking at solutions. It seems to me that we have to look at the structure we have available in order to achieve the resolution of our problems.

If we are going to indicate that we want this or that government department or Crown corporation to do something, I do not see how we have a right, given past experience and history, to expect it to be any more effective than it has been now, which has been not very effective as far as I can tell.

Mr. Dyne: That panel is, with the national energy plan, going to go into a completely different mode of operation which I will explain in a moment, and we will have to see after a year or two, in fact, how effective it is going to be. The situation before is that the members of the panel, individual departments, made proposals of what they thought were reasonable things to do in the energy area, and there the panel, hat in hand to the treasury board, saying: will you give us some money? That turned out for various reasons to be less than ideally effective.

Now, under the national energy plan the way in which the funding is set up is that funding is available, as we understand it, over a three-year period on a continuing basis, and that money already will be in EMR's vote. Any one of the proposals which are made to it can be judged against the policies and priorities which are now being developed by the department, so that in effect we are going to see a new mode of operation. EMR is essentially now having the posture it wants to be the purchaser of R and D in the energy area. That purchasing has to be done through a large number of other agencies. EMR will not be the only performer for obvious reasons, and again, other departments and other organizations may very well have ideas that are worth while supporting which does not come out of all the brilliant people in EMR. You have to take that into account.

[*Translation*]

Le vrai problème limitatif du domaine de la conservation est, en un mot, que l'énergie est tout simplement encore trop bon marché et que si elle était beaucoup plus chère, la pression en faveur de la conservation se ferait sentir très rapidement.

M. Gurbin: Donc, il y a un mouvement. Croyez-vous qu'il soit celui qui incite le plus à établir des prix différents?

M. Dyne: C'est mon avis, oui.

M. Gurbin: Merci. La deuxième chose dont je voudrais un peu parler est le CIRDE, acronyme, je crois, du Comité interministriel de la recherche et du développement énergétiques. Etes-vous à la tête de cet organisme?

M. Dyne: Mon bureau est le secrétariat de ce comité. Nous assurons tout le travail administratif.

M. Gurbin: Quelle efficacité réelle aura, d'après vous, cet organisme en matière de gestion des multiples techniques et domaines que vous êtes chargés d'étudier? Je veux seulement développer ce point un petit peu, parce je crois qu'il fait partie de l'ensemble du problème de la qestion du domaine de la recherche et du développement et des différentes techniques énergétiques, particulièrement si nous cherchons des solutions. Il me semble que nous devons étudier les organigrammes qui existent afin de résoudre nos problèmes.

Si nous devons indiquer que nous désirons que ce ministère-ci ou cette corporation de la Couronne-là fasse quelque chose, je ne crois pas que nous ayons le droit étant donné l'expérience acquise, d'espérer que cela sera plus efficace que cela ne l'a été jusqu'à présent, ce qui veut dire très efficace, pour autant que je le sache.

M. Dyne: Ce comité va, dans le Plan national de l'énergie, s'orienter vers un mode de fonctionnement complètement différent que je vais expliquer dans un moment, et nous devrons étudier, après une année ou deux, quel en sera, en fait, le degré d'efficacité. La situation antérieure était que les membres de ce comité, qui sont de différents, ministères ont fait des propositions au sujet de ce qu'ils pensaient être des choses raisonnables devant être faites dans le domaine de l'énergie, puis que ce comité s'en alla demander poliment au Conseil du Trésor: Allez-vous nous donner de l'argent? Pour différentes raisons, cette méthode se révéla très peu efficace.

Actuellement, dans le cadre du plan national de l'énergie, la façon selon laquelle le financement est organisé est qu'il est accordé, comme nous le comprenons, pour une période de trois années consécutives et que l'argent sera déjà inclus dans les crédits d'EMR. N'importe laquelle des propositions qui lui sont faites peut être étudiée en fonction des politiques et priorités qui sont actuellement en cours d'élaboration dans ce ministère, de sorte que nous allons réellement avoir un mode de fonctionnement nouveau. La position actuelle d'EMR est essentiellement qu'il veut être l'acheteur de la recherche et du développement en matière d'énergie. Cependant, les achats doivent être faits par un grand nombre d'autres organismes. EMR, pour des raisons évidentes, ne sera pas le seul intéressé et, je le répète, d'autres ministères et organismes peuvent très bien avoir des idées dignes d'être financées qui ne sortiront pas

[*Texte*]

Mr. Gurbin: May I just interject here?

Mr. Dyne: Yes, of course.

Mr. Gurbin: In that structure you are discussing, are you exposed to the overview of MOSST where they have, in fact, a responsibility for making a judgment on a research program that they do not have control over? Do they assess your research and development programs?

Mr. Dyne: MOSST is a member of the panel so we will have that input, yes.

Mr. Gurbin: But is that a plus or a minus? You call it an input. That sounds like a contribution. My perception so far is that it may not necessarily be a contribution, it may be a problem.

• 1645

Mr. Dyne: That is a fair comment. What I am saying, in summary, is that the mechanism that is now being set up will put the operation of the interdepartmental panel into a completely different mode. It will be very much more positive and more directed, saying, yes, we want to go out and support this particular area on a short-term basis, we have to support demonstration plants, and this, that and the other. I am hoping that the criticisms you have made in the past, because the panel was very much a sort of reactive organization and not an active organization, will be resolved, because Energy, Mines and Resources has now developed a number of policy elements to which you can relate the R & D programs.

Mr. Gurbin: Okay. That leads into my final question. I will pass and come back again, if you . . .

Mr. Rose: I am not in any rush, but I would like to enlarge on your previous question—or would it break your rhythm, your flow?

Mr. Gurbin: My rhythm is so disrupted anyway, it really would not matter.

Mr. Rose: What I was interested in knowing was whether or not Energy, Mines and Resources has an over-all responsibility for research and development in energy areas that might be carried on in other departments. I can think of a number of other departments—Agriculture, Industry, Trade and Commerce . . . What role does that play in the general thrust, the national thrust, if you are looking at a mission orientation or a task force orientation dealing with our problem?

Mr. Dyne: Let us take the example of Agriculture, that in the organization of the panel proposals for any energy related research are invited from Agriculture, and they are related in general terms to conservation, more efficient energy use in the agricultural sector, and they essentially have an equal opportunity for access to the funds that are available under the national energy program. Essentially, through my office, we have to go through a moderating process to make sure that we give reasonable and balanced support to a variety of programs,

[*Traduction*]

du cerveau de tous les brillants employés de ce ministère. Vous devez tenir compte de cela.

M. Gurbin: Puis-je faire une simple remarque maintenant?

M. Dyne: Oui, naturellement.

M. Gurbin: A propos de l'organisme que vous étudiez, êtes-vous influencé par l'opinion du ministère des Sciences et de la Technologie selon laquelle il a, en fait, la responsabilité de juger de l'intérêt d'un programme de recherche qui n'est pas sous son contrôle?

M. Dyne: Ce ministère fait partie du comité, de sorte que nous aurons cet intrant.

M. Gurbin: Est-ce un avantage ou un inconvénient? Vous appelez cela un intrant. Cela ressemble à une contribution. Mon avis, jusqu'à présent, est que ce n'est pas nécessairement une contribution, cela pourrait être un problème.

M. Dyne: Ceci est une critique honnête. Ce que je dis, en résumé, est que le mécanisme en cours d'établissement transformera complètement le mode de fonctionement du comité interministériel. Il sera beaucoup plus positif et plus orienté, disant oui, nous voulons approuver et subventionner ce domaine-ci pendant une courte période, nous devons financer les démontrations, les usines, et ceci, et cela, et encore ceci. J'espère que les critiques que vous avez faites par le passé, parce que le comité constituait réellement une sorte d'organisation réactive et non une organisation active, disparaîtront parce que le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources a maintenant élaboré un certain nombre d'éléments de politique auxquels vous pouvez relier les programmes de recherche et développement.

M. Gurbin: Très bien. Ceci m'amène à ma dernière question. Je vais céder la parole et la redemanderai ensuite, si vous . . .

M. Rose: Je ne suis pas du tout pressé mais je voudrais revenir à votre question précédente . . . Ou bien cela romprait-il votre rythme, votre exposé?

M. Gurbin: Mon rythme est tellement perturbé, de toute façon, que cela n'aurait aucune importance.

M. Rose: Ce que je voulais savoir était si, oui ou non, EMR a une responsabilité générale en matière de recherche et développement dans les domaines de l'énergie qui sont du ressort des autres ministères. Je peux penser à un certain nombre d'autres ministères . . . l'Agriculture, Industrie et Commerce . . . quel rôle cela joue-t-il dans l'effort général, l'effort national, si vous pensez à une orientation de mission ou de groupe traitant de notre problème?

M. Dyne: Prenons l'exemple de l'Agriculture, que dans les travaux du groupe des propositions pour toute recherche relative à l'énergie sont demandées à l'Agriculture et qu'elles sont reliées de façon générale à la conservation, à une meilleure utilisation de l'énergie dans le secteur agricole et qu'il a essentiellement un droit égal d'accès aux fonds disponibles dans le cadre du programme national de l'énergie. Au premier chef, dans mon bureau, nous devons procéder à un arbitrage pour nous assurer que nous donnons un appui raisonnable et de

[*Text*]

not just the ones that are immediately under the nose of Energy, Mines and Resources, but ones that come out of Agriculture—as an example.

Mr. Rose: What is your role there, please, if they decide to plunge, and spend their own funds on some energy-related project within Agriculture and they do not come near you?

Mr. Dyne: That is their privilege.

Mr. Rose: Then you would have no . . .

Mr. Dyne: That is their privilege.

Mr. Rose: They could operate in their own envelope, I see.

Mr. Dyne: If they want new money for new programs—You see, the panel was originally set up anticipating the problem that departments would all invent energy programs of their own, because energy was a big thing, et cetera, et cetera, and the central agencies . . .

Mr. Rose: It is not? It is big, is it not?

Mr. Dyne: The central agencies wanted to have some moderating intermediary to try to shape these things out and put some sense of priority into them. What has actually happened,—the effectiveness of the panel,—is that the real direction has been made essentially at the ministerial level, with the ministers saying that they want to make sure that there is support for conservation and renewables, because essentially when that operation was started, in 1973, we were not doing anything in those areas at all.

Mr. Portelance: Could I add a supplementary to this?

The Chairman: Yes.

Mr. Portelance: Looking in your book, at pages nine and ten, on page ten for the select program they give $10 million for research, but I think you are suggesting $20 million. Yet, when we look at agricultural use, they account for only 3 percent of the national energy demand and by 1990, there could be a reduction of 20 percent, or 20,000 barrels per day of improved efficiency. On page 10, you are recommending $20 million and yet, on page 9 where we are talking about conservation of 600 million b/d by 1990 through home re-insulation and new codes and implementing furnace retrofit, your recommendation is 25 million. So only 5 million more . . .

• 1650

Mr. Dyne: First of all, I had to edit this out of my original presentation. In the business of the dollar numbers in here, essentially we made eye-ball estimates of what we felt was required to do that particular job. Now I am not tabling in this document recommendations that those are the specific amounts to be spent on those particular technologies. The point of that exercise was to go through all the technology

[*Translation*]

valeur égale à de nombreux programmes, non seulement à ceux qui sont juste sous le nez d'Énergie Mines et Ressources, mais également à ceux qui viennent de l'Agriculture . . . à titre d'exemple.

M. Rose: Quel est alors votre rôle, s'il vous plaît, s'ils décident de faire le plongeon et de dépenser leurs propres fonds pour un certain projet relié à l'énergie en agriculture, et qu'ils ne s'adressent pas à vous.

M. Dyne: Ils en ont le droit.

M. Rose: Alors vous n'avez aucun . . .

M. Dyne: C'est leur droit.

M. Rose: Ils peuvent puiser à même leurs propres fonds, je vois.

M. Dyne: S'ils veulent d'autres crédits pour de nouveaux programmes . . . voyez-vous à l'origine le comité a été créé parce qu'on pensait que les ministères inventeraient tous des programmes énergétiques qui leur seraient propres, parce que l'énergie est une chose importante, etc., etc., et que les organismes centraux . . .

M. Rose: Est-ce que ce n'est pas vrai? C'est une chose importante, n'est-ce pas?

M. Dyne: Les organismes centraux voulaient avoir un certain intermédiaire modérateur pour essayer d'orienter ces choses et d'y observer un certain sens des priorités. Qu'est-il réellement arrivé . . . l'efficacité du comité . . . est que la direction réelle a été donnée en réalité au niveau ministériel, les ministres disant qu'ils veulent vérifier qu'il y a des crédits pour la conservation et les énergies renouvelables parce que, en réalité, lorsque l'opération commença en 1973, nous ne faisions rien du tout dans ces domaines.

M. Portelance: Puis-je ajouter quelque chose à cela?

Le président: Oui.

M. Portelance: En consultant votre livre, aux pages neuf et dix, à la page dix pour les programmes sélectionnés, ils donnent $10 millions pour la recherche, mais je pense que vous proposez $20 millions. Cependant, lorsque nous considérons l'énergie utilisée dans l'agriculture, elle consomme seulement trois pour cent de la demande nationale d'énergie et, en 1990, il pourrait y avoir une diminution de vingt pour cent, soit 20 000 barils par jour économisés parce que l'efficacité est améliorée. A la page 10, vous recommandez $20 millions et, cependant, à la page 9, dans laquelle nous parlons d'économiser 600 millions de barils/jour en 1990 en isolant mieux les habitations, grâce à de nouveaux codes de construction et en améliorant les chaudières, vous recommandez $25 millions. Ainsi, seulement $5 millions de plus . . .

M. Dyne: Tout d'abord, j'ai dû extraire ceci de ma présentation originale. A propos des montants mentionnés ici, nous n'avons fait que des estimations à vue denez de ce qui était nécessaire pour faire ce travail. Toutefois, je n'indique pas dans les recommandations contenues dans ce document que ces montants sont ceux qu'il faut dépenser pour ces techniques. Le but de cet exercice était d'étudier rapidement toutes ces dépen-

[*Texte*]

areas and add them up to find out what was essentially the total sum that you are involved in.

When we come down to the nuts and bolts of assigning money, I fully anticipate that the way money will be distributed may be quite different from the one within here. We will find out, for instance, that an opportunity which we had hoped for does not exist and that you cannot spend money in that area. We may find that some other things which we had discussed were much more expensive that we had thought. So the particular sums of money which are in here are not my specific recommendations on the funding level. They are a way in which we chose to arrive at the total scope of funding.

Mr. Portelance: It looked strange that for such a small improvement we were shown this.

Mr. B. Cook (Technical Advisor, Office of Energy Research and Development): That particular sum of money on page 10, I think refers to the whole industrial sector including agriculture. It is not just limited agricultural research activity. It is the whole industrial energy conservation sector including agriculture as a subset.

Mr. Dyne: Could I come in? This is a point that I was touching on earlier. When you looked at conservation in the industrial sector, you were talking about re-working every industrial process in every industry that we have. And when we first looked at that problem we came up with an estimate of an enormous sum of money. But then we asked ourselves if that was really an energy problem. Rather that was, if you like, a problem of Industry, Trade and Commerce since what we were talking about was not merely simply energy efficiency in Canadian industry. We were talking about efficiency in Canadian industry in the future. We were talking about rebuilding the whole of Canadian industry, and so we arbitrarily scaled this down to that part of it which we thought would probably have a strong energy input.

The Acting Chairman (Mr. MacBain): I think perhaps we will let Dr. Gurbin finish and then we will go on to Mr. Rose.

Mr. Gurbin: I have a couple of things. I guess the question involves sort of two parts of decision making and how conclusions are reached and how decisions are made within whatever structure we have. And this new format for the panel for energy research and development may in fact be more effective. I am not quite sure if I understand it completely, but that is not really important right now.

Mr. Dyne: We are still finding out ourselves how it actually works.

Mr. Gurbin: At least I think the important issue there is that there is a recognition of a problem and that there is an attempt to compensate for it. I think that is an important thing

[*Traduction*]

ses techniques et de les additionner pour déterminer le montant total dont vous vous occupez.

Lorsque nous en arrivons aux détails de l'affectation des crédit, je prévois que la façon selon laquelle ils seront répartis pourra être tout à fait différente de celle qui a été utilisée jusqu'ici. Nous constaterons, par exemple, qu'une possibilité sur laquelle nous avions fondé des espoirs n'existe pas et que vous ne pouvez dépenser d'argent en ce domaine. Nous pourrons constater que certaines autres choses que nous avons étudiées sont beaucoup plus coûteuses que nous ne l'avions pensé. C'est pourquoi les montants mentionnés ici ne constituent pas mes recommandations en matière de financement. Ils constituent la façon que nous avons choisie pour calculer le chiffre total du financement.

M. Portelance: Il semblait étrange que pour une si petite amélioration on nous ait montré cela.

M. B. Cook (conseiller technique, Groupe de la recherche et du développement énergétiques): Ce montant d'argent-là, à la page 10, je pense qu'il s'applique à tout le secteur industriel, y compris l'agriculture. Il n'est pas limité à l'activité de recherche agricole. C'est l'ensemble du secteur de la conservation de l'énergie dans l'industrie, y compris l'agriculture comme sous-ensemble.

M. Dyne: Puis-je intervenir? C'est un point que j'ai mentionné précédemment. Lorsque vous avez parlé de la conservation dans le secteur industriel, vous parliez de modifier tous les processus industriels dans chacune des industries que nous avons. Lorsque nous avons auparavant étudié ce problème, nous sommes parvenus à une somme énorme. Mais alors nous nous sommes demandés si cela constituait réellement un problème d'énergie. C'était plutôt, si vous voulez, un problème sur le ministère de l'industrie et du Commerce, parce que ce que dont nous parlions n'était pas simplement l'efficacité énergétique de l'industrie canadienne. Nous parlions de l'efficacité de l'industrie canadienne de l'avenir. Nous parlions de reconstruire l'ensemble de l'industrie canadienne et c'est pourquoi nous avons arbitrairement ramené ceci à la partie de l'industrie qui, nous le pensions, aurait probablement un intrant énergétique considérable.

Le président suppléant (M. MacBain): Je pense que nous allons peut-être laisser finir le Dr Gurbin et que nous passerons ensuite à M. Rose.

M. Gurbin: J'ai deux choses à dire. Je pense que la question peut en quelque sorte être divisée en deux éléments de la prise de décision, à savoir comment les conclusions sont élaborées et comment les décisions sont prises dans n'importe lequel des organismes que nous avons, et que cette organisation nouvelle du comité interministériel de la recherche et du développement énergétiques peut, en fait, être plus efficace. Je ne suis pas sûr de tout comprendre, mais ce n'est pas réellement la chose qui importe à présent.

M. Dyne: Nous en sommes encore nous-mêmes à découvrir comment cela fonctionne réellement.

M. Gurbin: Au moins, je pense que la question importante est qu'on reconnaît qu'il y a un problème et qu'on essaye de le résoudre. Je pense que ce sont des choses importantes à savoir

[*Text*]

to know and to have done but research and development and all these things are changing so quickly. Programs have to be responsive. Management techniques have to be structured in such a way to allow a response at all levels really.

• 1655

I wonder how a minister, who has such a fantastically broad level of responsibilities and political responsibilities beyond what, say, somebody who can use logic as much as the panel will hope they will be able to do, arrives at a decision and what the format is for arriving at a decision; how much scrutiny there really is by technologists and by parliamentarians in this whole arena where a decision is made as to where we actually put our funds. In the end, where is a decision made? Is it a confluence of a whole bunch of inputs? Is it as vague as we can make it?

For instance, if you had a great idea, sitting in your position at the secretariat now, and you were rally sure about something, you were really prepared to commit yourself—not that that could happen right now but just supposing it could—how would you go about making sure that that occurred?

Mr. Dyne: Well, in that particular case, I would have to find somebody or other who had a laboratory, who was a performing agent, and persuade him that it was a good idea, too. You see, as a secretariat, we are not doing any research; we just have to see that it is stage-managed and done.

To come back to your first question about what is the impact of ministers. The format that I see us working in the future, with very significant funds at our disposal, is this, as an example.

For the first time we do have a level of funds in which we can deal with the problem of fusion. The NRC is talking about an expenditure of $10 million a year, and inside the funding envelope, my personal anticipation is that we can look at that sort of funding and deal with it at the same time as having dealt with all the other shorter-term high priority things which have to be done first. And so the questions which I feel my office has to present to the panel are in a number of general areas which say: are you prepared, out of the funding, to make a commitment to fusion? A sort of yes or no operation. Because you can make that decision: it is not passed off to the Treasury Board to say yes or no—that sort of thing is a cop-out.

Then, the general pattern of funding over a five-year period will have to be developed over the next six months, and that will have to have ministerial approval.

Mr. Gurbin: Have you got a five-year program? You mention this consistency, and we have heard that before; but the

[*Translation*]

et à faire. Mais la recherche et le développement et toutes ces choses évoluent si rapidement. Les programmes doivent être souples. Les techniques de gestion doivent être élaborées de façon à permettre à tous les niveaux de réagir efficacement.

Je me demande comment un ministre qui assume un nombre fantastiquement important de responsabilités et de responsabilités politiques en dehors de ce qui, disons, fait appel à la logique autant que nous espérons que le comité pourra le faire, en arrive à une décision et quelle est la méthode utilisée pour en arriver à une décision; quel est le degré des études réellement faites par les techniciens et par les parlementaires dans l'ensemble de ces problèmes, alors qu'on décide comment nous devons répartir nos crédits. Enfin, où la décision est-elle prise? Est-ce au confluent d'un ensemble d'intrants? Est-ce tellement vague que nous pouvons l'indiquer?

Par exemple, si vous aviez une idée merveilleuse, que vous occupiez votre poste actuel au secrétariat et que vous soyiez réellement sûr de quelque chose, vous seriez réellement préparé à vous engager . . . non que cela puisse arriver jusqu'à maintenant, mais supposons seulement que cela pourrait . . . comment feriez-vous en sorte de vous assurer que cela se produise?

M. Dyne: Eh bien, dans ce cas particulier, je devrais trouver une personne ou une autre qui aurait un laboratoire et serait un agent d'exécution, et je devrais le persuader, lui aussi, que c'est une bonne idée. Voyez-vous, au secrétariat, nous ne faisons aucune recherche; nous devons seulement veiller à ce que la recherche soit prévue et effectuée.

Pour en revenir à votre première question sur ce qu'est l'impact des ministres, la méthode que je nous vois utiliser à l'avenir, avec des fonds très importants à notre disposition, est la suivante, par exemple.

Pour la première fois nous avons suffisamment de crédits pour étudier le problème de la fusion. Le Conseil national des recherches parle de dépenser $10 millions par an et, dans l'enveloppe du financement, je m'attends personnellement à ce que nous puissions étudier une demande de financement de cette importance et la traiter en même temps que toutes les autres choses ayant une haute priorité à court terme et que nous devons faire d'abord. Ainsi, la question que, je le pense, mon bureau doit poser au groupe fait partie d'un certain nombre de domaines généraux et est la suivante: dans le cadre du financement, êtes-vous prêts à vous engager en faveur de la fusion? Il faut qu'il y soit répondu par oui ou par non, parce que c'est vous qui devez prendre la décision: il n'est pas du ressort du Conseil du Trésor de dire oui ou non . . . c'est une question de vie ou de mort.

C'est pourquoi les caractéristiques générales du financement pour une période de cinq ans devront être déterminées au cours des six prochains mois et il faudra qu'elles soient approuvées par les ministres.

M. Gurbin: Avez-vous un programme quinquennal? Vous mentionnez cette continuité et nous l'avons entendu aupara-

[*Texte*]

consistency in the program—have we got a five-year program? Have we got a one-year program? What have we got?

Mr. Dyne: At the moment, we are just starting to develop a five-year program. You see, the existence of this new funding under the NEP was only real, essentially, at the end of October, and I and my colleagues are starting to collect together proposals from other government agencies and to harmonize them and make sense of them under the general priorities which are announced in the national energy program, and also to display for yes or no decisions at the level of the panel, the level of the minister: are you prepared to buy this inside the funding envelope or is it something we write off?

Another example which we are going to have to face a short-term decision on is the NRC's proposal to build a large wind turbine, and the way I see these things developing, we can, in fact, look that large proposal square in the eye and say "Yes".

Within the context of the other things we have to deal with in alcohol fuels, and there are going to be a lot of arguments on that, are we prepared to support that? Our arguments in that particular case are the industrial opportunity for Canada rather than its specific energy contribution.

Mr. Gurbin: Mr. Chairman, I will pass just with a commnet, if I may.

The Acting Chairman (Mr. MacBain): Yes.

Mr. Gurbin: You have been answering part of this question, I think, as you have gone along, and I am sure you will as you are answering other questions.

The question has consistently arisen, and comment was made on this by the minister, and it has been identified by others on the committee—in fact, even in looking at some titles—of the opportunities that we have and the luxury, really—it has really been a question of the luxury we have in Canada of allowing ourselves to go through a phase where we are putting a little bit into a lot of areas to sort of keep our hand in, if you will, or allow ourselves to go along in research and development to a certain level. But then there comes a time when we reach a point where major investment is required for significant development in a particular area. It seems to me that we keep talking around that issue instead of really coming to terms with it. I do not know whether that is because we should not come to terms with it . . .

• 1700

Mr. Dyne: No, no. Thank you for raising that point. This was another thing, because I put in this extra little thing about special laboratories, I felt in the interests of time I should cut out.

One of the things which we have to do in the future is to make significant commitments so that something is really

[*Traduction*]

vant; mais la continuité du programme . . . avons-nous un programme quinquennal? Avons-nous un programme annuel? Qu'avons-nous?

M. Dyne: Pour le moment, nous commençons seulement à élaborer un programme quinquennal. Voyez-vous, l'existence de ces nouveaux fonds dans le cadre du Programme national de l'énergie n'a été certaine qu'à la fin d'octobre et mes collègues et moi commençons à rassembler les propositions des autres organismes gouvernementaux, à les harmoniser et à les agencer dans le cadre des priorités générales qui sont énoncées dans ce programme, et également à demander des réponses par oui ou par non, au niveau du comité et au niveau des ministres, aux questions suivantes: êtes-vous prêts à accepter ceci dans le cadre du financement général ou est-ce quelque chose que nous devons supprimer?

Un autre exemple de choses aux sujets desquels nous devrons prendre une décision à court terme est la proposition du CNR de construire une grande éolienne et, comme je vois les choses tourner, nous pourrons considérer cette importante décisions bien à fond et dire «oui».

Dans le contexte des autres choses possibles, nous aurons à traiter des carburants alcools et il y aura une grande quantité de discussions à ce sujet; sommes-nous prêts à financer cela? Dans ce cas particulier, nous devrons considérer qu'ils constituent une possibilité pour l'industrie canadienne et non leur contribution particulière en matière d'énergie.

M. Gurbin: Monsieur le président, je terminerai simplement avec un commentaire, si cela m'est permis.

Le président suppléant (M. MacBain): Oui.

M. Gurbin: Vous avez répondu à une partie de cette question, je le pense, en répondant et je suis sûr que vous continuerez à mesure que vous répondrez à d'autres questions.

Cette question s'est constamment posée et elle a été commentée par le Ministre et identifiée par d'autres personnes du comité . . . en fait, même en regardant certains titres . . . les possibilités que nous avons et le luxe, réellement . . . il a réellement été question du luxe que nous pouvons avoir au Canada de nous permettre de passer par une phase où nous mettons un petit quelque chose dans un grand nombre de domaines et pourrons, en quelque sorte, continuer à nous occuper, si vous voulez, ou de nous permettre de faire des opérations de recherche et de développement jusqu'à un certain niveau. Mais vient alors le moment où nous atteignons un point auquel un important investissement est nécessaire pour réaliser un développement significatif dans un domaine particulier. Il me semble que nous continuons à tourner autour de cette question au lieu de l'envisager carrément. Je ne sais pas si c'est parce que nous ne devrions pas l'envisager carrément . . .

M. Dyne: Non, non. Merci de soulever ce point. C'était une autre chose, parce que j'y ajoutai cette autre petite chose à propos des laboratoires spéciaux; je pense qu'en raison de l'heure, je devrais couper quelque chose.

Une des choses que nous devrons faire à l'avenir est de prendre des engagements significatifs afin que quelque chose

[*Text*]

going to happen, and not spend money in penny packets; I think that is a phrase which is in my submission. The general comment I was making about essentially a commitment on the part of government that the problem is really going to be tackled means taking a decision in large chunks of committing $5 and $10 million dollars a year for a significant period of time, because, unless you are prepared to make commitments of that sort you are not really going to have anything to show at the end of it. That is very clear to me.

To the extent to which I really have any control over the situation, I want to see things happening in that way. So that I hope we will end up through this process with the panel by making proposals of support of large chunks with quite clean-cut decisions. "Are you going to buy that or not?" and not say, "Oh well, we will stay with it at a little level and just keep going." We do not say yes but we do not kill it absolutely. We have to get out of that mold.

Mr. Gurbin: I will pass, thank you. I would like you to put my name down for a second round.

The Acting Chairman (Mr. MacBain): I will consider it. Mark Rose.

Mr. Rose: Yes, I have lost something, something very important. I cannot find it. I have forgotten, I have so much paper around here . . .

The Acting Chairman (Mr. MacBain): Would you prefer that I go to Mr. Portelance and come back, Mr. Rose?

Mr. Rose: No, I will find it. Every time there is a pause there is probably a tantalizing sort of new lead to follow up. Just for clarification, we are talking now today really about just the R&D component . . .

Mr. Dyne: Yes.

Mr. Rose: . . . of an energy program. There are some quotes here from you, dealing with price. You have said yourself that in order for conservation to become really part of a person's attitude or make-up or habit, it is really dependent upon price. That seems to be the stick; it seems to me that there are probably other carrots. Now, it was you, sir, that ventured out of strictly R&D and got into pricing . . .

Mr. Dyne: I was asked a question, I did not . . . okay?

Mr. Gurbin: It was a very narrow question . . .

Mr. Rose: Well no, but here is what really does concern me. You mention it also in some of your own material here, you say it also on page 8;

> Substantial energy savings, of the order of 200,000 boe/d by 1990, are likely in the residential and commercial sectors, largely as a consequence of projected increases in energy prices.

So you have said it not just in here, you have said it more than once here. What bothers me about all this is that there seems to be almost on the part of the government, perhaps not you

[*Translation*]

puisse arriver réellement et non pas dépenser l'argent par petits montants; je pense que cette phrase figure dans mon mémoire. La remarque générale que je faisais à propos de l'engagement du gouvernement de résoudre réellement ce problème signifie qu'il faudra prendre une décision au sujet d'importants engagements de $5 et $10 millions par an pendant une longue période, parce qu'à moins que vous soyiez préparé à prendre des engagements de cette sorte, vous n'aurez réellement rien à montrer à la fin de cette période. C'est très clair pour moi.

Dans la mesure selon laquelle j'ai réellement un certain contrôle de la situation, je veux voir les choses se produire de cette façon. Par conséquent, j'espère qu'à la fin du processus, le comité fera des propositions de financement portant sur d'importants montants et prendra des décisions tout à fait claires: «Allez-vous acheter ceci ou non?» et ne dira pas «Oh, et bien, nous allons financer cela un petit peu, simplement pour que cela continue. Nous ne disons pas oui, mais nous ne disons pas non définitivement. Il nous faut sortir de ce modèle.

M. Gurbin: Je renonce à la parole, merci. Je voudrais que vous inscriviez mon nom pour que je puisse parler plus tard.

Le président suppléant (M. MacBain): Je vais y penser. Mark Rose.

M. Rose: Oui, j'ai perdu quelque chose, quelque chose de très important. Je ne peux le trouver. J'ai oublié, j'ai tant de papiers autour de moi . . .

Le président suppléant (M. MacBain): Préférez-vous que je passe à M. Portelance et revienne à vous, M. Rose?

M. Rose: Non, je vais le trouver. Chaque fois qu'ils y a une pause, nous sommes probablement tentés de continuer. Seulement, pour les choses, nous ne parlons réellement aujourd'hui que de l'élément recherche et développement . . .

M. Dyne: Oui.

M. Rose: . . . d'un programme énergétique. Nous avons ici certaines citations de vous, à propos des prix. Vous avez dit vous-même que pour que la conservation devienne réellement partie de l'attitude du comportement ou des habitudes d'une personne, il faut qu'il y ait modification des prix. Il semble que ce soit le bâton; il me semble qu'il y a probablement d'autres carottes. Alors, c'est vous, Monsieur, qui avez quitté le domaine restreint de la recherche et du développement et avez parlé des prix . . .

M. Dyne: Je posais une question, je n'ai pas . . . d'accord?

M. Gurbin: C'était une question à très courte portée . . .

M. Rose: Eh bien non, voilà ce qui me préoccupe réellement. Vous l'avez mentionné également dans votre propre mémoire, ici: vous le dites également à la page 8:

> D'importantes économies d'énergie, de l'ordre de 200,000 barils d'équivalents énergie/jour en 1990, sont vraisemblables dans les secteurs résidentiel et commercial, en grande partie à cause des augmentations prévues des prix de l'énergie.

Ainsi, vous ne l'avez pas seulement dit ici, vous l'avez dit plus d'une fois, là. Ce qui me préoccupe à propos de tout ceci est qu'il semble qu'il y ait presque, de la part du gouvernement,

[*Texte*]

although these are presumably your words or words you agree with, a laissez-faire attitude towards that, towards the idea of conservation, "It is too big, we cannot do much about, so therefore we will have to focus on the supply side." Yet throughout all this material we hear, and it is reiterated, how important conservation is.

Now, it does not seem to me to be backed up. You say price is the . . . We have heard that many times, prices are too low here, other alternatives do not become attractive until price changes. There is not much of a concern that maybe our technology or our energy path is wrongly directed but only that gasoline is too cheap, and hydro is too cheap, and everything is too cheap that once we get the price up to where it belongs a lot of problems will be solved, not that a lot of problems will be created as well, but that a lot of problems will be solved. So that is why I find it difficult. You say, okay, we can start we can deal with the sticks, but there does not seem to be any particular offsettig carrot to go with it in sufficient amount. What sufficient amount, that could be the next question. So could you respond to that a little bit? Right now it is my view that this new program is 87 per cent supply side, 13 per cent reduce-the-demand side.

• 1705

Mr. Dyne: In a general sense, as between two private individuals, I agree with what you say. I do not know how much further I can go.

Mr. Rose: I see. I am sorry if I put you . . .

Mr. Dyne: You see, as soon as you start talking about . . . Let me put it sort of quite bluntly. I can talk to you about research possibilities for making cars more efficient, reducing their mileage, but it is none of my business and there is no R&D to be done in printing ration coupons when that is another arbitrary decision in a completely other dimension which it is not my job to deal with.

Mr. Rose: Well, that was what I was going to apologize for, if I put you in the position of requesting your answer to a policy question, and that is unfair. But you say this is an area with large potential that has yet even to be scratched, talking about energy efficiency.

Mr. Dyne: That is right.

Mr. Rose: You make these statements.

Mr. Dyne: But you see, the situation that we have is that all the things we do which involve energy are optimized emperically to be servicable to us. Up until recently energy and gasoline essentially was so cheap that it did not matter at all what the fuel consumption of a car was, so it was optimized on a completely different basis. Now, if you want to, we optimize

[*Traduction*]

peut-être pas de la vôtre, bien qu'on puisse présumer que ce sont vos propres mots ou des mots avec lesquels vous êtes d'accord, une attitude de laissez-faire envers cette chose, envers l'idée de conservation, «C'est trop grand, nous n'y pouvons pas grand chose; alors, par conséquent, nous devrons nous concentrer sur les approvisionnements». Pourtant, pendant toute votre déposition, nous entendons parler de l'importance de la conservation, et c'est répété.

Toutefois, il ne me semble pas que ce soit appuyé. Vous dites que le prix est le . . . Nous avons entendu cela de nombreuses fois, les prix sont trop bas ici, les autres solutions ne deviennent pas attrayantes jusqu'à ce que les prix changent. Vous ne semblez pas vous inquiéter de ce que, peut-être, notre technique ou notre orientation énergétique soient mauvaises mais seulement de ce que l'essence est trop bon marché et que l'hydro-électricité est trop bon marché et que tout est trop bon marché, et qu'une fois que nous aurons monté les prix au niveau où ils doivent être, un tas de problèmes seront résolus et non pas qu'un tas de problèmes seront également créés, mais qu'un tas de problèmes seront résolus. C'est pourquoi je trouve que c'est difficile. Vous dîtes: «Très bien, nous pouvons commencer par le bâton mais il ne semble pas que la carotte compensatrice qui l'accompagne soit suffisante. Quel montant serait suffisant? Ce pourrait être la prochaine question. Alors, pourriez-vous répondre un petit peu à cela? Maintenant, je considère que ce nouveau programme est constitué par 87 pour cent d'approvisionnements et 13 pour cent de diminution de la demande.

M. Dyne: D'une façon générale, comme entre deux personnes privées, je suis d'accord avec ce que vous dites. Je ne sais pas jusqu'où je peux continuer.

M. Rose: Je vois. Je regrette si je vous ai . . .

M. Dyne: Vous voyez, dès que vous commencez à parler de . . . Permettez-moi de vous parler tout à fait brutalement. Je peux vous parler des recherches possibles pour construire des automobiles plus efficaces . . . diminuer leur consommation, mais cela ne me regarde pas et il n'y a pas de recherche et développement à faire pour imprimer des coupons de rationnement, parce que ceci constitue une autre décision arbitraire d'une dimension complètement différente qu'il ne m'appartient pas de prendre.

M. Rose: Bien, c'est ce dont j'allais m'excuser . . . si je vous ai mis dans la position de vous demander de répondre à une question de politique et c'est injuste. Mais vous parlez de cela dans un domaine qui offre de grandes possibilités, qu'on n'a pas encore commencé d'étudier, je parle de l'efficacité de l'énergie.

M. Dyne: C'est exact.

M. Rose: Vous avez dit cela.

M. Dyne: Mais, voyez-vous, la situation actuelle est que toutes les choses que nous faisons à propos de l'énergie sont optimisées empiriquement pour que nous puissions nous en servir. Jusqu'à tout récemment, l'énergie et particulièrement l'essence étaient si bonmarché que la consommation de carburant d'une voiture n'avait aucune importance; alors elle était

[*Text*]

our energy system with prices. My opinion is that the value of liquid fuels is such that at a $100 a barrel I think there is still going to be a bargain; you will still be driving cars very happily at that level. With that price incentive we optimize the transportation system and all the other things you do with a completely different set of criteria. There are enormous possibilities there. But there is no point in a manufacturer now, for instance, to sell an ultra-light car which does 80 miles to the gallon, which I believe is quite possible, because there is no incentive for the private purchaser to buy that particular sort of product. Now back in the political domain, when and how you want to make an arbitrary decision that you are going to raise the price to some very high level, with all the other social consequences and social penalties which may also devolve from that, is something in the political and economic domain which is not my speciality as a witness before the committee and I should keep my mouth shut.

Mr. Rose: Oh, I would not want you to do that. But I am a little concerned about your pessimism. On page 3 you go on to say:

> We know that new houses can be built requiring only a fraction of the fuel now used to heat conventional houses. This technology and the more difficult problems of upgrading existing house have to be pushed as hard as possible.

Is it not your view that we have the technology, we know what to do now and therefore it is not an R&D function but is a function of some other area, for instance, the same decision-makers that decided that even without an energy audit we could spend up to $800 on a furnace conversion.

Mr. Dyne: In the case of the houses, there are two problems, and one is building new houses. I think it is quite clearly demonstrated that you can build new houses with energy consumptions much, much less than the present ones, and that is something which I think is going to happen with relatively little need for special insertion of money in the R&D. These demonstration programs of building 1,000 houses is a very important publicity; they are absolutely essential.

• 1710

The thing I personally am faced with is an older house, built in 1946. When you talk about reducing the energy consumption of it by a factor of two, the engineering things I am involved in are very expensive and very complicated. I am suspicious that they can be pushed that far; that is the basis of my pessimism, because I personally have worked quite hard in this house to try to make it better. There are, however, I am sure, a lot of ingenious little ideas which can be put together to make those incremental improvements. But I am also aware how expensive it is to put up triple glazing.

[*Translation*]

optimisée sur une bse complètement différente. Maintenant, si vous voulez, nous optimisons notre système énergétique par apport à des prix. Mon opinion est que la valeur des carburants liquides est telle qu'à $100 le baril, je pense que cela serait encore une bonne affaire; vous serez encore très content de conduite votre voiture à ce prix. Stimulés par ce prix, nous optimisons le système de transport de toutes les autres choses que vous faites d'après un ensemble de critères tout à fait différents. Ceci présente d'énormes possibilités. Mais il serait inutile qu'un constructeur vende à présent, par exemple, une voiture ultra-légère qui fait 80 milles au gallon, ce qui est out à fait possible je le crois, parce que l'acquéreur privé n'est pas tenté d'acheter cette sorte de produit. Revenons maintenant au domaine politique; quand et comment allez-vous prendre la décision arbitraire de faire monter les prix à un certain niveau très élevé avec toutes les autres conséquences et sanctions sociales que cela peut avoir; ceci ressort des domaines politique et économique qui ne sont pas de ma spécialité au titre de témoin devant ce comité, et je ne dois pas en parler.

M. Rose: Oh, je ne désire pas que vous le fassiez. Mais je suis un peu inquiet de votre pessimisme. A la page 3, vous continuez en disant.

> Nous savons que des maisons neuves peuvent être construites, qui n'exigeront seulement qu'une fraction du combustible utilisé actuellement pour chauffer les habitations classiques. Cette technique et la résolution du problème plus difficile d'améliorer les habitations existantes doivent être recommandées le plus possible.

Vous n'êtes pas d'avis que nous connaissons cette technique, que nous savons quoi faire maintenant et que, par conséquent, ce n'est pas une fonction de recherche et de développement mais c'est une fonction d'un certain autre domaine; par exemple, qu'elle appartient aux décideurs qui décident que, même sans faire un bilan énergétique, nous pouvons dépenser jusqu'à $800 pour convertir une chaudière.

M. Dyne: Dans le cas des habitations, il y a deux problèmes, et l'un est de construire des maisons nouvelles. Je crois qu'il a été démontré tout à fait clairement que vous pouvez construire des maisons neuves qui consommeront beaucoup, beaucoup moins d'énergie que les habitations actuelles et ça, c'est quelque chose qui, je le pense, va se produire avec relativement peu d'investissements spéciaux en recherche et développement. Les programmes de démonstration portant sur la construction de mille habitations constituent une publicité très importante; ils sont absolument indispensables.

Le problème que je dois résoudre personnellement est celui d'une habitation ancienne, construite en 1946. Lorsque vous parlez de diminuer la consommation d'énergie de cette maison par un facteur de deux, les transformations techniques que je dois faire sont très coûteuses et très compliquées. Je doute qu'elles puissent être aussi complètes; c'est la cause de mon pessimisme, parce que j'ai personnellement travaillé beaucoup dans cette maison pour essayer de l'améliorer. Il y a cependant, j'en suis sûr, une grande quantité de petites idées ingénieuses qui peuvent être groupées pour réaliser petit à petit ces

[*Texte*]

Mr. Rose: That could be equivalent to CHIP, for instance. What is the point in filling your attic, as you say, full of insulation, when your windows are open.

Mr. Dyne: Whether it is supported by CHIP or by a federal grant, it costs money. The question is the extent to which it is cost effective. Whether or not there is a subsidy program is a secondary thing. The thing I can see as far as I am concerned, putting up double glazing or triple glazing, is I know it is going to be something like $50 dollars a window for one of those transparent plastic sheets, and I am facing, easily, $500 or $1,000; and that is an awful lot of money.

Mr. Rose: But if we could just get furnace oil up, you would be motivated to do it, would you not?

Mr. Dyne: You would have to get furnace oil up an awful lot before you . . .

Mr. Rose: Before we push you into that.

Mr. Dyne: Before you would get that $1,000, yes.

Mr. Rose: I am not going to argue with you. I think that is true. But there are carrots and sticks and incentives. We do not have difficulty. I have used this example a number of times; certainly finding incentives on the supply side. There are some people who feel it might be just as cost effective for the government to look after reducing the demand side. So with self-sufficiency or oil independence or energy independence—no, I must not use "energy independence"—my graphs might be sooner. That is really all I am saying. So we would welcome, as an eminent scientist, your leadership in this regard. You have called for more R&D . . .

Mr. Dyne: Yes.

Mr. Rose: . . . and probably more efficient kinds of insulation material can be discovered. There are all kinds of areas . . .

Mr. Dyne: I am not quite sure what it is you want me to say.

Mr. Rose: Oh, I can use my time to make comments or to ask questions.

The Acting Chairman (Mr. MacBain): To make points.

Mr. Rose: To make points, score points.

I wonder if I could ask you something directly in your line here. Do you feel Canada can do everything in wind, biomass, photovoltaics, all the rest of it . . .

Mr. Dyne: No.

[*Traduction*]

améliorations. Mais je sais également combien il est coûteux de mettre des vitres en triple épaisseur.

M. Rose: Cela pourrait être équivalent au coût du Programme canadien d'isolation domiciliaire, par exemple. Quel est l'avantage de bourrer votre mansarde d'isolant, comme vous le dites, si vos fenêtres sont ouvertes?

M. Dyne: Que ce soit financé par ce programme ou par une subvention fédérale, cela coûte de l'argent. La question consiste à déterminer le degré d'efficacité des transformations en fonction de leur coût. Qu'il existe un programme de subvention ou non est secondaire. La chose que je peux voir, en ce qui me concerne, est que monter des vitres double ou triple épaisseur va, je le sais, coûter quelque chose comme $50 par fenêtre, pour une de ces feuilles de plastique transparent, et que je dois compter facilement dépenser $500 ou $1,000, et que cela fait beaucoup d'argent.

M. Rose: Mais si nous pouvions simplement faire monter le prix de l'huile de chauffage, vous pourriez être motivé pour le faire, n'est-ce pas?

M. Dyne: Vous devriez faire monter énormément le prix de l'huile de chauffage avant que . . .

M. Rose: Avant que nous vous obligions à le faire.

M. Dyne: Avant que vous puissiez avoir ces $1,000, oui.

M. Rose: Je ne vais pas discuter avec vous. Je pense que c'est vrai. Mais il existe des carottes, des bâtons et des mesures incitatives. Nous n'avons pas de difficultés. J'ai utilisé cet exemple un certain nombre de fois; certainement, trouver des mesures incitatives du côté des approvisionnements. Certaines personnes pensent que, pour le gouvernement, il serait tout aussi efficace en fonction du coût d'essayer de diminuer la demande. Ainsi, en étant autosuffisants, ou indépendants, du point de vue pétrole, ou indépendants, du point de vue de l'énergie . . . non je ne dois pas dire «indépendants, du point de vue de l'énergie» . . . mes graphiques pourraient être prématurés. C'est réellement tout ce que je dis. Par conséquent, nous accueillerions avec plaisir vos directives à cet égard, puisque vous êtes un savant éminent. Vous avez demandé une plus grande part pour la recherche et le développement.

M. Dyne: Oui.

M. Rose: . . . et probablement que des types de matériaux isolants plus efficaces seront découverts. Il y a toutes sortes de domaines . . .

M. Dyne: Je ne suis pas tout à fait sûr de savoir ce que vous voulez que je dise.

M. Rose: Oh, je peut utiliser le temps qui m'est imparti pour faire des commentaires ou pour poser des questions.

Le président suppléant (M. MacBain): Pour souligner des points.

M. Rose: Pour souligner des points et en marquer.

Je me demande si je pourrais vous demander directement quelque chose qui soit dans votre orientation. Pensez-vous que le Canada puisse faire tout ce qu'il faut en matière d'énergie éolienne, de biomasse, d'énergie photovoltaïque etc . . . et devons-nous nous dire . . .

M. Dyne: Non.

[*Text*]

Mr. Rose: . . . and should we say to ourselves, look, we have so much money here—I do not think we have enough; I think we are spending about one-ninth of what the Swedes are, per capita, on this kind of stuff, energy R&D and that sort of thing—but what should we be doing, if we have to make choices about where we should be looking? And would you agree we cannot spend money on everything?

Mr. Dyne: You are quite right. For every one of these programs, you have to ask the question whether the pay-off, the industrial opportunity, et cetera, is worth that sort of investment. When I was talking about these special laboratories and institutes, I was going through, in general terms, the sort of argument you would have to deal with. If you ask me what are the problems we have to solve for ourselves because no body else is going to solve them, the business of retrofitting our buildings, is one we have to solve for ourselves. That hat a high priority. But it has some awkward organizational problems, because it is such a diffuse industry, of getting one's hands on it. But that is a priority area.

Mr. Rose: Is it an R&D problem, sir?

Mr. Dyne: There is a technical problem. I gave you the example of putting up my triple glazing at $50 apiece. Is there a way in which you can do that simply and cheaply for $30 apiece? That is a technical problem. The other thing we also lack is a proper measure of the cost effectiveness of those . . . incremental measures because the data which are available to tell you whether it is cost effective are rather rocky.

• 1715

The other thing which is very much a problem, and which we have to solve for ourselves, is the technology of getting the oil out of the tar sands and getting it out in an environmentally sanitary fashion.

Mr. Rose: And you mentioned coal as well.

Mr. Dyne: And the same thing applies to the problem of getting oil and gas out of the Arctic in a sanitary fashion. Those are problems which only we can solve. In the other areas, I cannot give you any general answers because you will have to deal with them on a case-by-case basis. Indeed, we cannot do everything.

The real opportunity is finding the Canadian scientist or the Canadian engineer with the idea which is worthwhile supporting. And if, for various reasons, you actually pick out that idea, then that, as far as I am concerned, elevates itself into a special priority which essentially overwhelms all the other considerations, because in the long term the thing that you value in the first business is the idea over the above everything else. You see, the argument for instance about the wind turbine is that it happens that the scientists and engineers at NRC have got a different idea which does have a potential to be competitive with others which is to me the key reason for making the argument that we would support that development.

[*Translation*]

M. Rose: . . . Regardez, nous avons tant d'argent ici . . . Je ne pense pas que nous en ayions assez: je pense que nous dépensons, per capita, environ un neuvième de ce que les Suédois dépensent pour ce type de choses, l'énergie, recherche et développement, etc . . . Et que devrions-nous faire si nous devions faire des choix à propos de ce que nous devrions étudier? Êtes-vous d'accord que nous ne pouvons dépenser d'argent pour tout?

M. Dyne: Vous avez tout à fait raison. Pour chacun de ces programmes, vous devez demander si le rendement, les perspectives pour l'industrie, etc. sont proportionnels à cette sorte d'investissement. Lorsque je parlais de ces laboratoires et instituts spéciaux, j'étudiais, de façon générale, le type de discussion dont vous devrez vous occuper. Si vous me demandez quels sont les problèmes que nous devons résoudre nous-mêmes parce que personne d'autre ne les résoudra, le problème de la transformation de nos bâtiments est l'un de ceux que nous devons résoudre pour nous-mêmes et, il a une haute priorité. Mais il présente certains problèmes malencontreux d'organisation parce qu'il est si difficile de s'en occuper . . . Cependant, il constitue un domaine prioritaire.

M. Rose: Est-ce un problème de recherche et développement, monsieur?

M. Dyne: C'est un problème technique. Je vous ai donné l'exemple de monter des triples vitres à $50 l'unité. Existe-t-il une méthode moins coûteuse de la faire simplement pour $30 l'une? C'est un problème technique. L'autre chose qui nous manque également est une mesure appropriée de l'efficacité en fonction du coût de ces transformations exécutées petit à petit, parce que les données disponibles pour nous dire si elles sont rentables sont plutôt instables.

L'autre chose qui constitue un important problème et que nous devons mettre au point pour nous-mêmes est la technique d'extraction du pétrole des sables bitumineux permettant de le faire sans perturber l'environnement.

M. Rose: Vous avez mentionné également le charbon.

M. Dyne: Et la même chose s'applique au problème d'extraire le pétrole et le gaz de l'Arctique sans danger pour l'environnement. Ce sont des problèmes que nous seuls pouvons résoudre. Dans les autres domaines, je ne peux vous donner de réponses générales, parce que vous devrez les étudier cas par cas. En vérité, nous ne pouvons tout faire.

La vraie possibilité consiste à trouver le savant ou l'ingénieur canadien dont l'idée vaut la peine d'être financée. Et si, pour différentes raisons, vous adoptez réellement cette idée alors, pour autant que cela me concerne, cela lui donne une priorité spéciale qui surpasse toutes les autres considérations parce que, à long terme, la chose que vous appréciez par-dessus tout est l'idée. Vous voyez, par exemple, la dispute à propos de la turbine éolienne provient de ce que les chercheurs et les ingénieurs du CNR ont chacun une idée différente susceptible d'entrer en concurrence avec d'autres idées, ce qui est pour moi la raison principale de soutenir que nous devrions financer ce développement.

[*Texte*]

Mr. Rose: In other words, a lot of it is, you are saying, dependent on the discovery of a Canadian Beethoven in science, and if that person appears, then that would direct our thrust.

Mr. Dyne: That could, but then there are other bread and butter things. In the case of making up your mind whether or not you want to use alcohol fuels, you go ahead and organize the industry to get that problem ironed out and resolved, and you do not really need the scientific data to tackle that problem. And it is not, in fact, that sort of problem in which that sort of special talent, and so on and so forth, has any freedom, any opportunity to work.

Mr. Rose: A couple of more items that I have here . . .

The Acting Chairman (Mr. MacBain): If they are short questions, Mr. Rose, I wanted to go on to Mr. Portelance.

Mr. Rose: Well, I would never promise that, but I want to ask a couple of things. One has to do with the R&D business about intellectual properties. I understand what you are saying there, that a lot of companies are not interested in going into that sort of thing unless they can ultimately own the technology that comes out of it. That has some risks for Canadians because of the large number of foreign subsidiaries that exist here. And one of the reasons that we have not had the R&D that perhaps is equivalent to other countries is for that very reason. And further, we had a little problem, I think, with Exxon, as was revealed at least by my leader on this very oint in the last couple of weeks. We poured money into that kind of R&D and it was owned by the parent corporation. How do we get around that sort of thing? If in order to place funds as you suggest on a CIDA like basis upon request from a foreign corporation, how do we get around that problem of avoiding the technology funded by Canadians being owned by outfits across our borders as their own intellectual property?

Mr. Dyne: Frankly, I do not have an answer for your there. I was dealing with the problem from a slightly different point of view; namely that, if you want industry to be really, really interested in a particular development, the industry has to see that is has an economic advantage, that they own the intellectual property.

One of the problems we have in the way in which government funding can be set up is that the work is, indeed, done by industry but under circumstances in which they do not end up by having any particular technological advantage. And, under those circumstances, they say, we are really not interested in co-operating with government. So, we have, in my opinion, to look for licensing procedures, which are more flexible, which give on the one hand some benefit to the Crown but at the same time give some benefit to the private company. Now the recipe for that will vary on circumstances. The key example in Canada is the Alberta Oil and Tar Sands Research Authority. They have got a very ingenious intellectual property device because they say to the private companies, you can only

[*Traduction*]

M. Rose: En d'autres mots, une grande proportion de cela, vous le dites, dépend de la découverte d'un Beethoven canadien en science et, si cette personne apparaîssait, elle orienterait nos efforts.

M. Dyne: Ce serait possible, mais il y aurait d'autres raisons plus terre à terre. Dans le cas de décider si vous voulez ou non utiliser des carburants à base d'alcool, vous allez de l'avant et organisez l'industrie de façon qu'elle fasse disparaître et résolve ce problème, et vous n'avez pas réellement besoin de données scientifiques pour vous attaquer au problème. Ce n'est pas, en fait, la sorte de problème dans lequel ce type spécial de talent, etc., etc. a la liberté, la possibilité de travailler.

Mr. Rose: J'ai encore deux autres choses ici . . .

Le président suppléant (M. MacBain): Si ce sont de courtes questions, M. Rose, je voulais passer à M. Portelance.

M. Rose: Et bien, je ne peux promettre cela, mais je veux demander deux choses. L'une concerne la propriété intellectuelle dans la recherche et du développement. Je comprends ce que vous dites ici, qu'une grande quantité de compagnies ne sont pas intéressées à s'occuper de cette sorte de chose à moins de pouvoir finalement être propriétaires de la technique qui en découle. Ceci présente certains risques pour les Canadiens, en raison du grand nombre de succursales de compagnies étrangères qui existent ici. Et l'une des raisons pour lesquelles nous n'avons pas eu de recherche et développement qui soit peut-être équivalents à ceux des autres pays est justement cette raison. Et de plus, nous avons eu une petite difficulté sur le point je pense, avec Exxon, comme l'a révélé mon chef, au cours des deux dernières semaines. Nous avons investi beaucoup d'argent dans ce type de recherche et développement et il a été la propriété de la compagnie mère. Comment surmontons-nous cette sorte d'obstacles? Si nous plaçons des fonds, comme vous le suggérez, sur une base semblable à celle de l'ACDI, sur demande d'une compagnie étrangère, comment résolvons-nous le problème d'éviter que la technique financée par des Canadiens soit la propriété de compagnies installées hors de nos frontières comme étant leur propre propriété intellectuelle?

M. Dyne: Franchement, je ne connais pas la réponse. J'étudiais le problème d'un point de vue légèrement différent, celui qui dit que si vous voulez que l'industrie s'intéresse réellement à un développement particulier, elle doit y voir l'avantage économique d'être propriétaire de la propriété intellectuelle.

L'un des problèmes rencontrés dans la façon selon le gouvernement peut faire des financements est que le travail est, en vérité, fait par l'industrie mais dans des circonstances dans lesquelles elle finit par obtenir un avantage technique particulier. Et dans ces circonstances, c'est elle qui n'est pas réellement intéressée à collaborer avec le gouvernement. De sorte que nous devons, à mon avis, chercher des procédures de licence qui soient plus souples, qui donnent d'une part certains avantages à la Couronne, mais donnent en même temps certains avantages à la compagnie privée. La solution nécessaire variera selon les circonstances. Au Canada, le principal exemple est l'Alberta Oil and Tar Sands Research Authority. Elle a une méthode très ingénieuse pour protéger la propriété intel-

[*Text*]

develop the tar sands and get funding from us, on the basis that the intellectual property belongs to Alberta and it is on a take-it or leave-it basis. Now the carrot they have is that the oil companies, the private companies, are interested in the commercial possibility of developing the tar sands. And it also turns out . . .

• 1720

Mr. Rose: They were, anyway.

Mr. Dyne: Another problem. It also turns out that in spite of the protestations of the private companies, the fact that the intellectual property becomes in a sense common to the individual company, is seen in the long run for those companies as working to their mutual advantage. Now that is a very innovative device inside Alberta and it is of course a special example . . .

Mr. Rose: It is unique, is it not?

Mr. Dyne: It is unique. But my feeling is that we have to take one step back and strain every organizational trick we can, to try to help Canadian industry to be essentially innovative on its own initiative. This was the point I was making earlier, so I will not repeat myself.

The Acting Chairman (Mr. MacBain): Mr. Rose, if you would agree, I would like to go on to Mr. Portelance. I will come back to you.

Mr. Rose: Thank you.

M. Portelance: Merci, monsieur le président. J'aurais quelques questions à poser. Monsieur Dyne, nous sommes allés dans toutes les provinces canadiennes, et à certains endroits en particulier au Québec, on s'est plaint à nous dans le domaine de la recherche de ne pas recevoir sa part des budgets qui viennent du gouvernement canadien. Il semble y avoir un manque de coopération. Je pense que certaines recherches pourraient être faites dans une province donnée et d'autres ailleurs. Qu'en pensez-vous?

Mr. Dyne: Mr. Portelance, I am well aware that those complaints exist and when you look at the statistics, one can see that they are well based. To my knowledge, a great deal of effort is made inside the federal government to try to redress that. That is about all I can say. Your response is, well, that is very interesting but that is not good enough, and we end up with a stand off. I am sorry I cannot help you.

Mr. Portelance: On page 19, we find out that $100 million was spent in 1978 and we do not know where it was being spent. We know . . .

Mr. Dyne: Did you say page 19?

Mr. Portelance: Page 19 of your brief. The paragraph here.

Mr. Dyne: With respect to expenditures, a very large fraction is indeed spent in Ontario. That is a standard problem which comes up over and over again. The big entry there is the nuclear energy one when the laboratories are in Ontario and in Manitoba.

[*Translation*]

lectuelle parce qu'elle dit aux compagnies privées: vous ne pouvez développer les sables bitumineux et être financées par nous que si la propriété intellectuelle appartient à l'Alberta, et c'est à prendre ou à laisser. La carotte est que les compagnies pétrolières, les compagnies privées, sont intéressées aux possibilités commerciales du développement des sables bitumineux. Et il arrive également . . .

M. Rose: Qu'elles l'étaient en tout cas . . .

M. Dyne: Un autre problème. Il arrive également qu'en dépit des protestations des compagnies privées, le fait que la propriété intellectuelle devient, en un certain sens, commune à la compagnie intéressée est considérée, à long terme, par ces compagnies, comme étant également à leur avantage. C'est une méthode très nouvelle en Alberta et elle constitue naturellement un exemple spécial . . .

M. Rose: Cette méthode est unique, n'est-ce pas?

M. Dyne: Elle est différente, mais mon sentiment est que nous devons revenir en arrière et utiliser tous les moyens possibles por essayer d'aider l'industrie canadienne à innover de sa propre initiative. C'est ce que je disais auparavant, de sorte que je ne me répèterai pas.

Le président suppléant (M. MacBain): M. Rose, si vous êtes d'accord, je voudrais passer la parole à M. Portelance. Je vous redonnerai ensuite la parole.

M. Rose: Merci.

Mr. Portelance: Thank you, Mister President. I have a few questions. Mister Dyne, we did visit all Canadian provinces and in certain places, especially in Quebec, in research they complain because they do not receive their due part of the monies coming from the Canadian government. There seems to be a lack of co-operation. I think that some research could be done in certain provinces and others elsewhere. What do you think?

M. Dyne: Monsieur Portelance, je suis parfaitement au courant de ces plaintes et, si vous étudiez les statistiques, vous pouvez voir qu'elles sont fondées. Pour autant que je sache, on s'efforce au gouvernement fédéral d'essayer de redresser cette situation. C'est à peu près tout ce que je peux dire. Ma réponse est: «eh bien, c'est très intéressant,» mais ce n'est pas suffisant et nous ne faisons rien de plus. Je regrette de ne pouvoir vous aider.

M. Portelance: A la page 19, nous constatons que $100 millions ont été dépensés en 1978 et nous ne savons pas à quoi cet argent a servi. Nous savons . . .

M. Dyne: Avez-vous dit page 19?

M. Portelance: Page 19 de votre mémoire. Ce paragraphe-ci.

M. Dyne: En ce qui concerne les dépenses, une très importante proportion d'entre elles sont en vérité faites en Ontario. C'est un problème qui se présente toujours. La grosse imputation ici est celle de l'énergie nucléaire, parce que les laboratoires sont situés en Ontario et au Manitoba.

[*Texte*]

Mr. Cook: The point about $100 million figure down there, is the expenditure by the province—it is not the province spending federal money.

Mr. Dyne: Which one is he looking at?

Mr. Cook: At the bottom of page 19.

Mr. Dyne: On excuse me.

Mr. Cook: That is what the provinces in their own right are spending.

Mr. Portelance: On their own?

Mr. Cook: Yes.

Mr. Portelance: You mean there is no federal money at all in this?

Mr. Cook: In that $100 million, no, that is provincial expenditure.

Mr. Portelance: Where did the money so? In the federal budget of 1978, was it indicated how much money each province received for research?

• 1725

Mr. Dyne: Let us just take this step by step. In the table you see displayed on page 20, the federal expenditures are expenditures by the federal government and they are spent in various provinces. If you wish, we can probably do some detective work and give you some statistics, but certainly my guess is that 80 per cent of that will be spent outside Quebec, at least 80 per cent outside Quebec. In the column labelled "Provincial" these are expenditures made by the provincial governments on their own behalf. We can table for you, in quite short order, a detailed listing, instead of statistics, about what the individual provincial governments spend money on and how they spend it. In the case of the column labelled "Industry", these are statistics provided to us by Statistics Canada and because these are obtained on a confidential basis, we have not and cannot get, essentially, by statute, any breakdown that would actually give you clues as to which industry was spending money. I am sorry. We would like to have that sort of information to find out what individual industries are spending, but that is not available to us.

Mr. Portelance: Do you mean you do not even have the full—not by the name of each industry but the total by province? What industry in a given province has spent? We cannot even have that.

We would certainly like to see better co-operation. We know there is a group—the Quebec government and Hydro-Québec. I know we did help in certain fields, the wind turbine must have been in co-operation with the federal government, but now we have heard that they are going ahead with batteries and hydrogen, and I do not think we are in it. Are we in there? We heard about a battery that might be on the market in 10 years' time.

Mr. Dyne: As I do not know exactly what you have heard, I cannot comment. In the area of hydrogen technology, Hydro-

[*Traduction*]

M. Cook: Mais, à propos du chiffre de $100 millions ici, c'est une dépense faite par la province... ce n'est pas la province qui dépense de l'argent fédéral.

M. Dyne: De quelles dépenses parle-t-il?

M. Cook: Au bas de la page 19.

M. Dyne: Oh, excuzez-moi.

M. Cook: C'est ce que les provinces dépensent de leur propre chef.

M. Portelance: Toutes seules?

M. Cook: Oui.

M. Portelance: Vous voulez dire qu'il n'y a pas d'argent fédéral dans tout cela?

M. Cook: Dans ces $100 millions, non, ce sont des dépenses faites par la province.

M. Portelance: Où est allé l'argent? Dans le budget fédéral de 1978, était-il indiqué combien d'argent chaque province recevait pour la recherche?

M. Dyne: Étudions ceci étape par étape. Dans le tableau montré à la page 20, les dépenses fédérales sont des dépenses du gouvernement fédéral qui sont faites dans différentes provinces. Si vous le désirez, nous pouvons probablement faire des recherches et vous donner certaines statistiques mais, à mon avis, 80 pour cent de cet argent sont dépensés hors du Québec, au moins 80 pour cent hors du Québec. Dans la colonne intitulée «Provincial» figurent des dépenses faites par les gouvernements provinciaux pour leur propre compte. Nous pouvons vous fournir très rapidement, au lieu de statistiques, une liste détaillée indiquant à quoi chaque gouvernement consacre son argent et comment il le fait. En ce qui concerne la colonne intitulée «Industrie», les chiffres sont des statistiques qui nous ont été fournies par Statistique Canada et, parce qu'ils sont fournis confidentiellement, nous n'avons pas et ne pouvons pas indiquer, par crédit, une répartition qui vous donnerait réellement des indications sur la façon selon laquelle l'industrie dépense son argent. Je le regrette. Nous aimerions disposer de cette sorte d'information pour savoir ce que chaque industrie dépense... mais nous ne disposons pas des chiffres.

M. Portelance: Voulez-vous dire que nous n'avez même pas chaque... non pour chaque industrie, mais le total par province? Ce que l'industrie a dépensé dans une province donnée? Nous ne pouvons même pas avoir cela?

Nous aimerions certainement avoir une meilleure collaboration. Nous savons qu'il y a un groupe... le gouvernement du Québec et l'Hydro-Québec. Je sais que nous les avons aidés dans certains domaines, la turbine éolienne doit avoir été financée en partie par le gouvernement fédéral mais, maintenant, nous avons entendu dire qu'ils font des recherches sur des batteries d'accumulateur et l'hydrogène et je ne pense pas que nous y participions. Nous en occupons-nous? Nous avons entendu parler d'une batterie qui pourrait être commercialisée dans 10 ans.

M. Dyne: Comme je ne sais pas exactement ce que vous avez entendu dire, je ne peux le commenter. Dans le domaine

[*Text*]

Québec—this was a comment I just heard earlier today—Hydro-Québec and Noranda, which is Montreal-based, are going to be making very significant investments on their own bat. So the province is, in its own right, active—very active.

Mr. Portelance: But they are not getting anything from the federal government to go to this research. Or are they?

Mr. Dyne: When they say they are not getting anything, that is not true. Some of this money is spent in Quebec. If you are telling me that the dispersion is unjust or inappropriate, that is a second-order question, but it is not that there is zero money and it is not, frankly, that there is any prejudice; there is the fact of the difficulty of finding places to spend money, and you deal in all these things on a responsive basis.

Mr. Portelance: What I am really asking is, from the federal budget on research there is no money available for that project that Hydro-Québec and . . .

Mr. Dyne: Which project?

Mr. Portelance: That of Hydro-Québec and Noranda concerning hydrogen.

Mr. Dyne: They had launched that on their own bat. In that particular case, I do not know that the federal government was specifically asked for money.

Mr. Portelance: That is what I want to find out.

Also we heard people in front of us here promoting methanol, especially the gas companies. Yet we heard the minister of the department saying that it is not viable at this time, it would come at $45 a barrel compared with $38 for the tar sands. I do not know how they ever arrived at these figures, when we know the cost of producing methanol compared with the cost involved in putting up this plant and the research you are asking for to produce oil from the oil sands. You are talking of $8 billion every time there is a plant put up. The other people are talking about $2 billion to have 10 plants produce the same amout. At the end of the line, how can one product be so expensive, compared with the other one?

• 1730

Mr. Dyne: This is the point to which I was alluding to earlier about this general problem of alcohol fuels. There all these paper studies which indicate what the costs may be, and they all are interesting, but they do tend on a facile basis to be discouraging. But when you look at the other things which are involved and you make the general argument that while it does not look economically profitable or appropriate immediately, 10 years hence it may change and therefore would it not be a good idea for us to make an investment now to build methanol plants on a significant scale? And that was essentially the recommendation in the comment I was making to you. When you come to it, all you have is paper studies. If you really want to find out how much it costs, and you have some reasonable feeling that the cost and price domain will become favourable 10 years hence, then what you have to do now is to make a

[*Translation*]

de la technologie de l'hydrogène, l'Hydro-Québec . . . ceci est un commentaire que je viens d'entendre plus tôt aujourd'hui . . . l'Hydro-Québec et Noranda, dont le siège est à Montréal, vont faire de très importants investissements de leur propre chef. De sorte que la province est, comme elle en a le droit, active . . . très active.

M. Portelance: Mais ils ne reçoivent rien du gouvernement fédéral pour financer cette recherche, n'est-ce pas?

M. Dyne: Lorsqu'ils disent qu'ils ne reçoivent rien, ce n'est pas vrai. Une part de cet argent est dépensée au Québec. Si vous me dites que la répartition est injuste ou inappropriée, c'est une question secondaire, mais cela ne signifie pas qu'il n'y ait pas d'argent et, franchement, ce n'est pas qu'il y ait aucun préjudice, le fait est qu'il est difficile de trouver des endroits où dépenser l'argent et de distribuer les fonds sur demande en cette matière.

M. Portelance: Ce que je demande réellement est: dans le budget fédéral sur la recherche, il n'y a pas d'argent pour ce projet que l'Hydro-Québec et . . .

M. Dyne: Quel projet?

M. Portelance: Celui de l'Hydro-Québec et de la Noranda concernant l'hydrogène.

M. Dyne: Ils ont fait ça tout seuls. Dans ce cas particulier, je ne sais pas s'il a été demandé de l'argent au gouvernement fédéral.

M. Portelance: C'est ce que je veux savoir.

Nous avons également entendu des témoins prônant le méthanol, spécialement les compagnies gazières. Pourtant, nous avons entendu le ministre intéressé dire que ce n'est pas viable en ce moment, cela reviendrait à $45 le baril contre $38 pour les sables bitumineux. Je ne sais pas comment ils en sont arrivées à ces chiffres parce que nous connaissons le coût de production du méthanol et celui de construire cette usine et de faire les recherches que vous demandez pour produire du pétrole à partir des sables bitumineux. Vous parlez de $8 milliards chaque fois qu'il faut construire une usine. Les autres personnes parlent d'environ $2 milliards pour 10 usines qui produisent la même quantité. A la fin des choses, comment l'un des produits peut-il être si coûteux si on le compare avec l'autre?

M. Dyne: C'est le point auquel je faisais allusion précédemment à propos du problème général des carburants à base d'alcool. Il y a toutes ces études théoriques qui indiquent ce que les coûts peuvent être, et elles sont toutes intéressantes mais elles tendent, à première vue, à être décourageantes. Mais lorsque vous considérez les autres choses impliquées et que vous faites le raisonnement qu'alors qu'ils ne semblent pas économiquement profitables ou appropriés immédiatement, cela peut changer dans dix ans d'ici et, par conséquent, ne serait-ce pas une bonne idée de faire maintenant un investissement pour construire des usines de méthanol de grandes dimensions? Et ceci était essentiellement la recommandation contenue dans mes commentaires. Lorsque vous y pensez, vous n'avez seulement que des études théoriques. Si vous voulez réellement trouver combien cela coûte et que vous avez certai-

[*Texte*]

large investment to build one of those plants and really work it right through the system. You have to do that I think in a number of other areas if you want to have the answer in a short time.

But my warning to you is that with that type of proposition—which is what is called a crash program where you are just going to go in and do the thing whatever it costs and find out whether it is worthwhile afterward—then you have to face the fact that there are one or two of those parts where you are going to say, sorry, it was a pity but forget about it, it was a mistake. If you want the answer in short order and in a hurry then you have to make that sort of decision.

The recommendation I was making to you on the business of things like alcohol fuels is to hell with the paper studies, if you really want the answer you have to do the thing on a big scale, and also not just build the plants to make alcohol but to also make sure you are feeding that alcohol into the transportation system, that you are modifying a large fleet of cars, trucks or buses. Then you really find out what the problems are and you do not have a large number of people who tell you that they read in *The Scientific American* that it was a problem, or it was easy or whatever. I am fed up with that sort of discussion.

Mr. Portelance: Thank you very much.

The Acting Chairman (Mr. MacBain): Mr. Clay, our project manager.

Mr. Dean Clay (Committee Project Manager): Dr. Dyne, my first two questions, and I am acting as a proxy for Dr. Gurbin. I think the first one of these questions would probably be better if you would respond to it subsequently in writing. There will be certain recommendations which the committee will be making and there will also be recommendations which you and the government would feel that you could respond to, so the question is: do you have any observations at this stage as to what types of recommendations you think could be responded to by the government? Related to that, the minister told us last week that he was looking forward to the suggestions this committee would be making, and is there money going to be available at the time that our report appears, if we suggest something that costs a certain amount of money, or is the committee likely to be told, yes, your ideas are good but I am sorry we do not have the funds to enter into that right now?

Mr. Dyne: That sounds to me like an infinitely hypothetical question.

Mr. Clay: The first part of that, areas in which you think the committee could make recommendations that you could respond to, I think you probably would want to think about that a little bit.

Mr. Dyne: The general areas in which I think the government could respond are in the areas of strategy. Whether you

[*Traduction*]

nes raisons de penser que les coûts et les prix deviendront favorables dans dix ans d'ici, alors ce que vous devez faire maintenant est faire un gros investissement pour construire une de ces usines et la faire réellement entrer dans le système. Vous devez faire cela, je pense, dans un certain nombre d'autres domaines, si vous voulez avoir la réponse dans un court laps de temps.

Mais je vous avertis qu'avec ce type de proposition—qui est ce qui est appelé un programme d'urgence dans lequel vous allez simplement commencer et faire les choses quel que soit leur coût et déterminer ensuite si cela en valait la peine—alors vous devez vous attendre au fait qu'il y aura une ou deux parties à propos desquelles vous devrez dire: je regrette, c'est dommage, mais oublions cela, c'était une erreur. Si vous voulez la réponse au plus vite et en toute hâte, vous devez prendre cette sorte de décision.

La recommandation que je vous faisais à propos de choses comme les carburants à base d'alcool est d'envoyer au diable les études théoriques; si vous voulez réellement la réponse vous devez faire la chose sur une grande échelle et également ne pas construire simplement les usines pour faire l'alcool mais également être sûr de pouvoir introduire cet alcool dans le système de transport et de modifier un nombre important de voitures, camions ou autobus. Alors vous apercevez réellement ce que sont les problèmes et il n'y a plus un grand nombre de personnes qui vous disent qu'elles lisent dans *Pour la Science* que c'était un problème ou que c'était facile ou n'importe quoi. J'en ai assez de cette sorte de discussions.

M. Portelance: Merci beaucoup.

Le président suppléant (M. MacBain): Monsieur Clay, notre gérant de projet.

M. Dean Clay (gérant de projet du Comité): Dr Dyne, voici mes deux premières questions et je parle au nom du Dr Gurbin. Je pense que la première de ces questions serait probablement meilleure si vous y répondiez plus tard par écrit. Il y aura certaines recommandations que fera le Comité et il y aura également des recommandations auxquelles vous et le gouvernement penseront qu'ils peuvent réagir, c'est pourquoi la question est: «Avez-vous, à ce point, des observations à faire au sujet des types de recommandations auxquelles vous pensez que le gouvernement puisse réagir?» A ce propos, le Ministre nous a dit la semaine dernière qu'il attendait les suggestions que ce Comité ferait, et y aura-t-il de l'argent disponible au moment où notre rapport sera publié, si nous conseillons quelque chose qui coûte une certaine somme d'argent, ou bien est-il vraisemblable que le Comité s'entendra dire: «Oui, vos idées sont bonnes, mais je regrette, nous n'avons pas les fonds nécessaires pour nous en occuper immédiatement?»

M. Dyne: Ceci me semble une question vraiment hypothétique.

M. Clay: La première partie de la question, les domaines dans lesquels vous pensez que le Comité peut faire des recommandations auxquelles vous pourrez réagir, je pense que vous voudrez probablement y réfléchir un petit peu.

M. Dyne: Les domaines généraux à propos desquels je pense que le gouvernement pourrait réagir sont parmi les domaines

[*Text*]

would support them, it is simply my philosophy that you have in fact have to have a broad base and to pick out one or two favorites is a rather dangerous strategy. That is one thing which is open to you. The second thing is to point out and reinforce the observations I have made about specific Canadian opportunities. Those I think would be welcome. I have indicated to you some opportunities I know, but they are not tabled as a complete list.

• 1530

The other thing which would be helpful and useful is observations on the balance between short-term things, where you want a quick answer—and this business of building methanol plants is a short-term thing; you know what you have to do: you are going to build the thing, you go to a large chemical engineering firm and they can build it for you—that sort of thing, as opposed to what your perception is—and your perception is not necessarily mine—on the opportunity and the appropriateness of long-term investments, on a significant scale, for the federal government. I have indicated, and I think I have a sense of support from you that you appreciate, that such long-term investments have to be made and they are also going to be made much more in the context of the general industrial and technical development of the country than of the energy part.

The other questions on the organization side on which I think observations of the committee would be appropriate would be on strategies which might be adopted for special laboratories or special institutes. I indicated to the committee that a recommendation of that sort in simple terms is rather hazardous. It is easy to say let us have a special laboratory on technology *X*, because that sounds like a good thing. But the business of unwinding that and getting it to work and getting it to work profitably is something which has to be thought out quite carefully. You might very well phrase recommendations which would give the government, shall we say bluntly, a hunting licence to look for appropriate opportunities of that sort.

Mr. Clay: Okay, for the moment I will drop the second part of the question, about the availability of money at that time.

One of the complaints which have been expressed to this committee is the fact that there is not really a lead agency in Canada which is acting to foster the development of alternative energy forms and technologies through to commercialization; there is quite often a decoupling between the R & D phase and the commercialization process. Do you see Enertech acting as a lead agency in this sense? What do you see Enertech's role being in relation to your own work in energy R & D? And relating to your comment about the length of time taken to establish specific labs, do you see Enertech setting up its own laboratory facilities, or would it not really perform an original research role?

[*Translation*]

de la stratégie. Que vous deviez les appuyer ou non, c'est simplement mon idée que vous devez avoir en fait une large base et que choisir un ou deux domaines favoris est une base stratégique plutôt dangereuse. C'est une chose qui est laissée à votre initiative. La deuxième chose consiste à souligner et renforcer les observations que j'ai faites à propos des possibilités qui s'offrent au Canada. Ces recommandations, je le pense, seraient bien accueillies. Je vous ai indiqué certaines possibilités que je connais, mais elles n'en constituent pas la liste complète.

D'autres choses qui seraient utiles aiderait sont des observations sur le choix entre les choses à court terme, au sujet desquelles vous voulez une réponse rapide . . . et le plan qui consiste à construire des usines de méthanol est une chose à court terme; vous savez ce que vous avez à faire: vous allez construire la chose, vous vous adressez à une grosse compagnie d'ingénieurs-conseils en produits chimiques et elle peut la construire pour vous . . . cette sorte de chose, par opposition à ce qu'est votre perception . . . et votre perception n'est pas nécessairement la mienne . . . sur la possibilité et s'il convient que le gouvernement fédéral fasse des investissements à long terme sur une grande échelle. J'ai indiqué, et je pense avoir perçu que vous m'approuvez, que ces investissements à long terme doivent être réalisés et qu'ils vont également être faits beaucoup plus dans le contexte du développement général industriel et technique du pays que dans celui de l'énergie.

Les autres questions sur la partie organisation à propos desquelles je pense que des observations du Comité seraient appropriées, devraient porter sur les stratégies susceptibles d'être adoptées pour créer des laboratoires ou des instituts spéciaux. J'ai indiqué au Comité qu'une recommandation de cette nature, faite en termes simples, est plutôt dangereuse. Il est facile de dire: Procurons-nous un laboratoire spécialisé en technique «X» parce que cela semble être une bonne chose». Mais passer du général au particulier et le mettre au travail avec profit est quelque chose qui doit être pensé très soigneusement. Vous pourriez très bien élaborer des recommandations qui donneraient au gouvernement, dirons-nous brutalement, un «permis de chasse» pour rechercher des occasions de cette sorte.

M. Clay: Très bien, pour le moment je vais laisser tomber la deuxième partie de la question, sur la disponibilité actuelle de l'argent.

Une des plaintes qui a été faite devant ce Comité est le fait qu'il n'existe pas réellement au Canada un organisme directeur chargé d'encourager le développement des autres formes d'énergie et des techniques connexes jusqu'au stade de la commercialisation; il y a très souvent un hiatus entre la phase recherche et développement et le processus de commercialisation. Voyez-vous Enertech agir comme organisme directeur en ce sens? Comment voyez-vous le rôle d'Enertech en relation avec votre propre travail de recherche et développement en énergie? Et à propos de votre commentaire sur la durée nécessaire pour créer des laboratoires spécialisés, pensez-vous qu'Enertech doive avoir ses propres laboratoires, ou qu'elle devrait réellement assumer un rôle spécial de chercheur?

[*Texte*]

Mr. Dyne: My perception of Enertech is that the people involved are still trying to determine what their role is. The role is very plainly defined as supporting developments which are near commercialization, in conservation and renewable energy, and the initial frame of reference is one which suggests they would be, if you like, a funding organization and the funding partner with industries out there which need financial support.

It is an open question whether they would be involved in research in their own right. My personal feeling is, from the arguments I have given, and the time scale, setting up a whole new set of laboratories and so on and so forth, unless you have a very specific and fertile idea, it is not a very appropriate path for that organization.

• 1740

Mr. Clay: So certainly it is not going to address the question then of performing as a lead agency right through from R & D to commercialization.

Mr. Dyne: That organization is still in a very embryonic stage.

The Acting Chairman (Mr. MacBain): Mr. Rose has a supplementary question.

Mr. Rose: Yes, that was the point. Right in the book it says

> Where necessary in order to further these activities, the corporation will carry out research, development and demonstrations.

All on its $20 million.

But what I wanted to ask you as a supplementary and having to do with a lead agency is whether or not the witness has any views on the work of the commission in Sweden. It is sort of an R & D monitoring commission and also encouragment and also has a role in trying to get something from R & D into industry, providing the link which was spoken of earlier. And it contains an executive director and about 20 people in terms of scientific back-up and is chaired by an industrialist; and I think this also has on it about 5 members of Parliament representing the different parties.

The point here is something which I think was alluded to by Dr. Gurbin; it is an arm's length relationship. I think the thing is chaired by an industrialist. Would something like that be of any assistance or would it only duplicate in your view what your job is and what you are doing already. It seems to me that what was behind Dr. Gurbin's question, was a sort of feeling I thought I could detect of implied incestuousness there; for instance, if Dr. Dyne had a pet project, it would probably go ahead more rapidly than somebody else's project. Now this is the arm's length suggestion of the Swedes. As a matter of fact they have this in operation. You are aware of it, are you? What do you think of it?

[*Traduction*]

M. Dyne: Mon idée d'Enertech est que les personnes qui s'en occupent en sont encore à essayer de déterminer ce qu'est leur rôle. Ce rôle est très clairement défini comme étant de financer les développements relatifs à la conservation de l'énergie et aux énergies renouvelables qui sont proches du stade de la commercialisation, et son mandat initial est un mandat qui indique qu'elle doit constituer, si vous voulez, un organisme de financement et le commanditaire des industries qui ont besoin de soutien financier.

La question de savoir s'ils doivent s'occuper de recherches de leur propre chef reste encore à débattre. Mon avis personnel est, pour les raisons que j'ai données et à cause du calendrier imposé, que cré toute une série de nouveaux laboratoires etc., etc., à moins que vous n'ayiez une idée très spéciale et prometteuse, ne constituerait pas une voie très appropriée pour cet organisme.

M. Clay: De cette façon, cela ne va certainement pas répondre à la question d'agir comme organisme directeur à partir de la recherche et développement jusqu'à la commercialisation.

M. Dyne: Cet organisme en est encore à un stade très embryonnaire.

Le président suppléant (M. MacBain): M. Rose a encore une question à poser.

M. Rose: Oui, c'était ma question principale. Juste ici, entre les guillemets, il est dit:

> «Parce que c'est nécessaire pour réaliser ces activités, l'organisme fera de la recherche, du développement et des démonstrations.»

Tout cela avec ses $20 millions.

Mais ce que je voulais vous demander comme autre question au sujet de cet organisme directeur est si, oui ou non, le témoin a des idées sur le travail de la commission de la Suède. C'est une sorte de commission de surveillance de la recherche et du développement et aussi un organisme d'encouragement qui a également un rôle à jouer en essayant de transmettre quelque chose de la recherche et du développement à l'industrie, constituant ainsi le lien qui a été mentionné précédemment. Elle se compose d'un directeur exécutif et d'environ 20 employés chargés de l'appui scientifique et est présidée par un industriel; je pense qu'elle comprend également environ cinq membres du Parlement représentant les différents partis.

Ce que je veux dire ici est une chose à laquelle le Dr Gurbin a fait allusion, c'est une relation indépendante. Je pense que cette commission est présidée par un industriel. Est-ce que quelque chose comme cela vous aiderait, ou est-ce que cela ne ferait que refaire, à votre idée, ce qu'est votre travail et ce que vous faites déjà? Il me semble que c'est ce qu'il y avait derrière la question du Dr Gurbin, bien qu'il ne soit pas ici pour se défendre; c'était une sorte de sentiment d'inceste que je croyais pouvoir déceler; par exemple, si le Dr Dyne a un projet favori, ce projet avancerait probablement plus rapidement que le projet de quelqu'un d'autre. Ceci est la relation indépentance indiquée par les Suédois. En fait, ils fonctionnent ainsi. Vous le savez, n'est-ce-pas? Qu'en pensez-vous?

[*Text*]

Mr. Dyne: I am not aware of the details of the Swedish operation and I had not realized that Dr. Gurbin was saying.

Mr. Rose: I should not put words in his mouth.

Mr. Dyne: . . . well, my role is to not is any way get involved in that. Otherwise, the credibility of the operation I am in charge of is destroyed immediately. I have become an advocate for one particular technology or another. I am essentially the servant for the panel. I have to be very, very even-handed, very discreet on that, and when people make proposals the important thing is to have them moderated by a peer of integrity. You then also have to tie them, match them against the economic opportunities in the policy section which is the job of the other part of the department.

And, in a number of specific areas in the conservation areas, there are task forces set up by the industries with people from EM&R who work specifically in their particular area. And insofar as I know, they work very, very effectively, so that I do not see the need or the desirability of a general mechanism that you describe as covering anything and in specific areas where the input of the industrial sector is important.

Mr. Rose: I think it is to get away from the stake-holders having an undue influence, whether they be the utilities, the scientists or the various energy manufacturers. The thought is to have an opportunity to attempt complete objectivity well, a monitoring agency outside of government or ministries.

Mr. Dyne: As a professional scientist, what I would have to claim is that it is my job to be objective and to the best of my ability to give objective advice. Now, anybody who makes that statement is always open to the charge that he is not as objective as he might be and, certainly, I have my prejudices. Some of them may or may not have shown, but I was discreet in the sense that when I said it was my opinion, I told you it was my opinion, so you could discount it thereby.

• 1745

The Acting Chairman (Mr. MacBain): May I return to Mr. Clay, in fairness?

Mr. Rose: I am sorry. Thank you very much.

Mr. Clay: Okay. One or two observations, and then another question. Distilling what you said, I get the feeling that you have a certain sense of urgency in general about making some decisions in the R&D field, and what you are saying too is that because there will be some telescoping of the way in which things are done, and because of the lack of opportunity always to do this R&D sequentially, we have to be not so much afraid of making mistakes in R&D, some of that has to be . . .

Mr. Dyne: That is a fair comment. To come back to a concern you expressed as to whether if the committee made

[*Translation*]

M. Dyne: Je ne connais pas le détail du fonctionnement des opérations des Suédois et je n'avais pas compris que le Dr Gurbin disait . . .

M. Rose: Je ne voudrais pas lui faire dire ce qu'il n'a pas dit.

M. Dyne: . . . Eh bien, mon rôle est de ne m'y impliquer d'aucune façon. Autrement, la crédibilité de l'opération dont je suis chargé disparaît immédiatement je suis devenu l'avocat d'une certaine technique ou d'une autre, je suis essentiellement le serviteur du groupe d'étude. Je dois être très, très équitable, très prudent à ce sujet et lorsque des personnes font des propositions, il importe de les juger avec intégrité. Vous devez ensuite également les relier, les comparer en fonction des possibilités économiques de la section politique, ce qui est le travail d'une autre partie du Ministère.

De plus, dans un certain nombre de domaines spécifiques dont les domaines de la conservation, il existe des groupes de travail créés par les industries avec des fonctionnaires d'Énergie, Mines et Ressources qui travaillent spécialement dans les domaines en question. Et, pour autant que je le sache, ils travaillent très, très efficacement, de sorte que je ne vois pas le besoin ou le caractère désirable du mécanisme général que vous décrivez comme chapeautant tout, et dans des domaines spécifiques où les intrants du secteur industriel sont importants.

M. Rose: Je pense que c'est pour empêcher les personnes qui ont un intérêt à l'affaire d'avoir trop d'influence, que ce soit les services publics, les chercheurs ou les différents producteurs d'énergie. Il s'agit d'avoir la possibilité d'essayer d'être complètement objectif . . . un organisme de surveillance extérieur au gouvernement et aux ministres.

M. Dyne: En qualité de chercheur spécialisé, ce que je devrais dire est que c'est mon travail d'être objectif et de donner les avis les plus objectifs possibles. Cependant, quiconque fait cette déclaration est toujours susceptible d'être accusé de ne pas être aussi objectif qu'il pourrait l'être et j'ai certainement mes propres préjugés. Certains d'entre eux peuvent s'être fait sentir ou non mais j'étais prudent, parce que lorsque j'ai parlé, c'était mon avis, je vous ai dit que c'était mon opinion, de sorte que vous pouvez ne pas en tenir compte.

Le président suppléant (M. MacBain): Puis-je revenir à M. Clay. en toute équité?

M. Rose: Je m'excuse. Merci beaucoup.

M. Clay: Très bien. Une ou deux observations puis, une autre question. En distillant ce que vous dites, j'ais le sentiment que vous pensez que c'est avec une certaine urgence qu'en général il faut prendre certaines décisions dans le domaine de la recherche et du développement, et que ce que vous dites également est que, parce qu'il y aura certains heurts dan la façon dont les choses seront faites et parce qu'il sera impossible de toujours faire ces recherches et développement dans l'ordre approprié, nous ne devons pas avoir si peur de faire des erreurs en matière de recherche et de développement. dont une partie doit être . . .

M. Dyne: C'est assez bien dit. Pour revenir à une préoccupation que vous avez exprimée, à savoir si le comité a fait des

[*Texte*]

recommendations there would be commitments that had been made elsewhere that had sort of bypassed the committee, indeed, there have to be commitments for funding for next year, these have to be made in short order. But in the funding envelope—we are dealing with the increased fundings in future years—there would be considerable degrees of freedom to change and modify those investments. There is a sense of urgency. To come back to the point Mr. Gurbin was making, we have spent too long studying this, that and the other, and we have to make commitments, indeed, yes.

Mr. Clay: Another observation too, you said that two areas in which it was critical that decision making be carried out soon were those of wind energy and fusion energy. It was interesting that when some of the members of the committee and staff were at Sandia Laboratories, we had a scientist there pointing out improvements that could be made in NRCs vertical axis wind turbine. They already were moving ahead of some of our work in that field, so your comment is interesting in that light.

You are the Director of the Office of Energy Research and Development, and NRC is the agency most concerned with performing R&D in the alternative energy field. Could you briefly describe what the relationship is between your office in EMR and NRC?

Mr. Dyne: The NRC has the central responsibility for developing programs in renewable energy and, if necessary, performing them. We look to them for technical direction and comments as to what are the appropriate technical things to be done. In my office, of course, you have to question and test and argue with them about what they are doing so that you understand what they are doing and why. The other general problem with which I am presented is harmonizing what is done in that particular area with other demands in completely different areas, such as fossil fuels.

Mr. Clay: In fact, you are performing an oversight function for all this R&D and NRC comes within your purview?

Mr. Dyne: In that sense, yes.

Mr. Clay: So you have some influence in how much money they get for their programs, relative to what other agencies will receive.

Mr. Dyne: That influence—exactly the way that is going to work out, as I was explaining earlier, we shall see.

Mr. Clay: One gets the feeling that this transition—and you can correct me if I am wrong, in this sense—may work in the direction of giving EMR an even more pivotal role in determining R&D within government as it applies to energy.

Mr. Dyne: It certainly gives EMR a very much more pivotal role, there is no doubt about that.

[*Traduction*]

recommadantions, il y aurait des engagements qui avaient été pris ailleurs, qui avaient en quelque sorte contournés le comité; en vérité, des engagements de financement pour l'année prochaine ont été pris, il a fallu le faire rapidement. Mais à l'intérieur de l'enveloppe de financement . . . nous parlons des financements augmentés dès l'année prochaines . . . nous aurons un degré de liberté considérable pour modifier ces investissements. Il y a une certaine urgence. Revenant à ce que M. Gurbin disait; nous avons consacré trop de temps à étudier ceci, cela et autre chose et nous devons prendre des engagements, vraiment.

M. Clay: Encore une observation, vous avez dit qu'il existe deux domaines dans lesquels il importait que des décisions soient prises rapidement, étaient-ce ceux de l'énergie éolienne et de l'énergie de fusion? Il est intéressant de rappeler que lorsque certains des membres du comité et de son personnel étaient aux laboratoires Sandia, un chercheur leur a indiqué certaines améliorations qui pouvaient être apportées à la turbine éolienne verticale du CNRC. Ils étaient déjà en avance sur notre travail en ce domaine, de sorte que votre commentaire est intéressant de ce point de vue.

Vous êtes le directeur du Bureau de recherche de l'Énergie et du Développement et le CNRC est l'organisme qui fait le plus de recherche et développement dans le domaine des autres énergies. Pourriez-vous décrire brièvement la relation qui existe entre votre bureau à EMR et le CNRC?

M. Dyne: Le CNR est chargé de développez des programmes dans le domaine des énergies renouvelables et, si c'est nécessaire, de les réaliser. Nous leur demandons des directives et des avis techniques sur ce qu'il est approprié de faire. Dans mon bureau, naturellement, nous devons poser des questions, faire des essais et discuter avec eux de ce qu'ils font afin de comprendre ce qu'ils font et pourquoi. Un autre problème général qui se présente à moi est celui d'harmoniser ce qui est fait dans ce domaine particulier avec d'autres demandes dans des domaines complètement différents, comme celui des combustibles fossiles.

M. Clay: En fait, vous remplissez une fonction de surveillance pour tous ces recherches et développements et le CNRC ressort de votre compétence?

M. Dyne: En ce sens, oui.

M. Clay: De sorte que vous avez une certaine influence sur les crédits qu'ils obtiennent pour leurs programmes en fonction de ce que les autres organismes recevront.

M. Dyne: Cette influence . . . la façon exacte selon laquelle les choses vont se passer, comme je l'ai expliqué précédemment, nous le verrons.

M. Clay: On a le sentiment que cette période transitoire . . . et vous pouvez corriger mes paroles si j'ai tort, en ce sens . . . peut servir à orienter les choses de façon à donner à EMR un rôle encore plus crucial dans la détermination des recherches et développements à faire dans le cadre du gouvernement et dans le domaine de l'énergie.

M. Dyne: Cela donne certainement à EMR un rôle très important, c'est indubitable.

[*Text*]

Mr. Clay: One last comment, because it is getting late and I do not want to keep you here too long, and I can guarantee that we will be calling you subsequently, in any case. Your observation is that you consider the manpower constraint to be the ultimate constraint in the alternative energy field in Canada . . .

Mr. Dyne: In the whole energy field.

Mr. Clay: . . . not technology, not funding, and so on. Manpower is the critical element in this country.

Mr. Dyne: Yes.

Mr. Clay: Okay. Thank you, Dr. Dyne.

The Acting Chairman (Mr. MacBain): On behalf of the chairman, who was absent for reasons he has told you of, and all members of the committee, Dr. Dyne, I want to thank you for being here, and also Mr. Cook. This meeting is now adjourned.

[*Translation*]

M. Clay: Un dernier commentaire, parce qu'il se fait tard, que je ne veux pas vous garder ici trop longtemps et que je peux assurer que nous vous convoquerons plus tard, dans tous les cas. Votre observation est que vous considérez la contrainte main-d'œuvre comme la contrainte la plus importante dans le domaine des autres énergies au Canada . . .

M. Dyne: Dans l'ensemble du domaine de l'énergie.

M. Clay: . . . pas la technologie, pas le financement, etc. la main-d'œuvre constitue l'élément le plus important dans ce pays.

M. Dyne: Oui.

M. Clay: Très bien. Merci, Dr Dyne.

Le président suppléant (M. MacBain): Au nom du Président qui est absent pour les raisons qu'il vous a données, et de tous les membres de ce comité, je vous remercie, Dr Dyne, d'être venu; je remercie également M. Cook. La séance est levée.

Canada Post Postage paid
Postes Canada Port payé
Third class Troisième classe
K1A 0S7
HULL

If undelivered, return COVER ONLY to:
Canadian Government Printing Office,
Supply and Services Canada,
45 Sacré-Coeur Boulevard,
Hull, Québec, Canada, K1A 0S7

En cas de non-livraison,
retourner cette COUVERTURE SEULEMENT à:
Imprimerie du gouvernement canadien,
Approvisionnements et Services Canada,
45, boulevard Sacré-Coeur,
Hull, Québec, Canada, K1A 0S7

WITNESSES—TÉMOINS

Tuesday, December 2, 1980

From Energy, Mines and Resources Canada—Office of Energy Research and Development:

Dr. Peter Dyne, Director;

Mr. B. Cook, Technical Adviser.

Le mardi 2 décembre 1980

D'Énergie, Mines et Ressources Canada—Bureau de recherche de l'énergie et du développement:

M. Peter Dyne, directeur;

M. B. Cook, conseiller technique.

Available from the Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, Hull, Quebec, Canada K1A 0S9

En vente: Centre d'édition du gouvernement du Canada, Approvisionnements et Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

Publications

DEPOSITORY LIBRARY MATERIAL

HOUSE OF COMMONS

Issue No. 32

Wednesday, December 3, 1980

Chairman: Mr. T. H. Lefebvre

CHAMBRE DES COMMUNES

Fascicule nº 32

Le mercredi 3 décembre 1980

Président: M. T. H. Lefebvre

Minutes of Proceedings and Evidence of the Special Committee on

Alternative Energy and Oil Substitution

Procès-verbaux et témoignages du Comité spécial de l'

Énergie de remplacement du pétrole

RESPECTING:

Study on alternative energy and oil substitution

CONCERNANT:

Étude de l'énergie de remplacement du pétrole

WITNESSES:

(See back cover)

TÉMOINS:

(Voir à l'endos)

First Session of the
Thirty-second Parliament, 1980

Première session de la
trente-deuxième législature, 1980

SPECIAL COMMITTEE ON ALTERNATIVE ENERGY AND OIL SUBSTITUTION

Chairman: Mr. T. H. Lefebvre

Messrs.

Corbett
Gurbin
MacBain

COMITÉ SPÉCIAL DE L'ÉNERGIE DE REMPLACEMENT DU PÉTROLE

Président: M. T. H. Lefebvre

Messieurs

McCauley
Portelance
Rose

(Quorum 4)

Le greffier du Comité

J. M. Robert Normand

Clerk of the Committee

Published under authority of the Speaker of the House of Commons by the Queen's Printer for Canada

Available from the Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

Publié en conformité de l'autorité de l'Orateur de la Chambre des communes par l'Imprimeur de la Reine pour le Canada

En vente: Centre d'édition du gouvernement du Canada, Approvisionnements et Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

MINUTES OF PROCEEDINGS

WEDNESDAY, DECEMBER 3, 1980
(45)

[*Text*]

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met at 3:35 o'clock p.m. this day.

Members of the Committee present: Messrs. Corbett, Gurbin, MacBain and Portelance.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

Witnesses: From the Royal Architectural Institute of Canada: Mr. J. Douglas Miller, Vice-President; Mr. Robbins Elliott, Executive Director; Miss Madeleine Demers, Architect.

The Clerk of the Committee presided over the election of an Acting Chairman.

Mr. Portelance moved that Mr. Gurbin do take the Chair of this Committee as Acting Chairman for this afternoon's meeting.

The question being put on the said motion, it was agreed to.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution (*See Issue No. 1*).

Mr. Miller made an opening statement.

The witnesses answered questions.

On motion of Mr. Portelance, it was agreed,—That the brief presented by the Royal Architectural Institute of Canada be printed as an appendix to this day's Minutes of Proceedings and Evidence. (*See Appendix "AEEA-67"*).

At 5:25 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

PROCÈS-VERBAL

LE MERCREDI 3 DÉCEMBRE 1980
(45)

[*Traduction*]

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à 15 h 35.

Membres du Comité présents: MM. Corbett, Gurbin, MacBain et Portelance.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef et gestionnaire des projets du Comité.

Témoins: De l'Institut royal d'architecture du Canada: M. J. Douglas Miller, vice-président; M. Robbins Elliott, directeur exécutif; M[lle] Madeleine Demers, architecte.

Le greffier du Comité préside à l'élection du président suppléant.

M. Portelance propose que M. Gurbin soit nommé président suppléant pour la séance de cet après-midi.

Ladite motion, mise aux voix, est adoptée.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie du remplacement du pétrole (*Voir fasicule n° 1*).

M. Miller fait une déclaration préliminaire.

Les témoins répondent aux questions.

Sur motion de M. Portelance, il est convenu,—Que le mémoire présenté par l'Institut royal d'architecture du Canada soit joint aux procès-verbal et témoignages de ce jour. (*Voir Appendice «AEEA-67»*).

A 17 h 25, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

Le greffier du Comité

J. M. Robert Normand

Clerk of the Committee

EVIDENCE

(*Recorded by Electronic Apparatus*)

Wednesday, December 3, 1980

• 1537

[*Text*]

The Clerk of the Committee: Ladies and gentlemen, there is a quorum. We will now proceed to the election of an acting chairman for this day's meeting.

Mr. Portelance: I move Dr. Gurbin.

Mr. MacBain: I will second that motion.

M. Portelance: Monsieur le greffier, je proposerais que M. Gurbin soit le président suppléant, cet après-midi.

Le greffier: Il est proposé par M. Portelance que M. G. A. Gurbin soit élu président suppléant pour la réunion de cet après-midi. M. G. A. Gurbin est élu président suppléant. Congratulations, Mr. Chairman.

The Acting Chairman (Mr. Gurbin): Thank you very much. Thank you for that tremendous vote of confidence. Now the salary is the next negotiating point! But to be serious, there being a quorum, I think we will call forward our witnesses for today, if they will please come to our witness table. Our witnesses for today are from the Royal Architectural Institute of Canada and include Mr. J. Douglas Miller, who is the vice-president, and Mr. Robbins Elliott, the executive director. Here I must apologize because in spite of being introduced, I cannot repeat your name.

Miss Madeleine Demers (Royal Architectural Institute of Canada): Madeleine Demers.

The Acting Chairman (Mr. Gurbin): Thank you very much. And what is your function, Madeleine?

Miss Demers: Architecte.

• 1530

The Acting Chairman (Mr. Gurbin): *Architecte.* Thank you. As I understand it from our witnesses, we have had the major presentation, the full brief, but there is a summary paper I believe, which they would like to present to us now. So, please proceed.

Mr. J. Douglas Miller (Vice-President, the Royal Architectural Institute of Canada): Thank you, Mr. Chairman. Ladies and gentlemen, we are pleased to be here today to speak to one of the current priority interests of the architectural profession in Canada. We are pleased also to have had the opportunity to present a brief to you in more detail at an earlier stage together with a number of documents which the Royal Architectural Institute of Canada have produced for members of their profession this year. We tabled them earlier, and I see them at the head table.

What I would like to do is just go through the summary and then we would be very interested to answer any of your questions, or perhaps make some additional comment.

The Royal Architectural Institute of Canada, better known by the shortened version "RAIC", appreciates the invitation to make its views on energy efficiency or productive conservation known to members of this committee. It is my intention to briefly summarize the brief submitted to your committee last

TÉMOIGNAGES

(*Enregistrement électronique*)

Le mercredi 3 décembre 1980

[*Translation*]

Le greffier du Comité: Mesdames et messieurs, nous avons le quorum. Nous allons donc procéder à l'élection d'un président intérimaire pour la réunion d'aujourd'hui.

M. Portelance: Je propose le Dr Gurbin.

M. MacBain: J'appuie cette proposition.

Mr. Portelance: Mister the Clerk, I propose that Mr. Gurbin be the acting president this afternoon.

The Clerk: Mr. Portelance proposes that Mr. G. A. Gurbin be elected acting president for this afternoon meeting. Mr. G. A. Gurbin is elected acting president. Félicitations, monsieur le président.

Le président suppléant (M. Gurbin): Merci beaucoup, merci pour votre vote de confiance. Maintenant, il s'agit de négocier le salaire! Mais, soyons sérieux. Comme nous avons le quorum, appelons les témoins pour aujourd'hui, s'ils veulent bien se présenter à la table. Nos témoins pour aujourd'hui viennent de l'Institut royal d'architecture du Canada. Parmi eux, mentionnons M. J. Douglas Miller, vice-président de l'Institut, et M. Robbins Elliott, directeur exécutif. Ici, je dois m'excuser car même si nous avons été présentés, je ne me souviens plus de votre nom.

Mlle Madeleine Demers (Institut royal d'architecture du Canada): Madeleine Demers.

Le président suppléant (M. Gurbin): Merci beaucoup. Et quel est votre titre, Madeleine?

Mlle Demers: Architecte.

Le président suppléant (M. Gurbin): Merci. Si j'ai bien compris les témoins, leur principale représentation, le mémoire en entier, nous a été soumis, mais il en existe un résumé, je crois, qu'ils aimeraient nous présenter maintenant. Je leur cède donc la parole.

M. J. Douglas Miller (vice-président, Institut royal d'architecture du Canada): Merci, M. le président. Mesdames et messieurs, il nous fait plaisir d'être ici aujourd'hui pour vous parler de l'un des intérêts prioritaires actuels des architectes au Canada. Nous sommes également flattés d'avoir eu l'occasion de vous présenter un mémoire détaillé à un stade antérieur, mémoire auquel était annexé un certain nombre de documents rédigés cette année par l'Institut royal d'architecture du Canada pour les membres de la profession. Nous avons déjà déposé ces documents et je les vois ici sur la table.

J'aimerais cependant faire un bref résumé de ce mémoire pour ensuite répondre à vos questions et peut-être faire quelques commentaires supplémentaires.

L'Institut royal d'achitecture du Canada, mieux connu sous l'acronyme «IRAC», apprécie beaucoup d'avoir été invité à faire valoir son opinion sur le rendement énergétique ou la conservation productrice que connaissent bien les membres de ce comité. Je voudrais brièvement résumer le mémoire qu

[*Texte*]

August and to add a few recommendations to those advocated earlier.

The RAIC is now concluding a very intense year of concentration on research and development and implementation of various proposals which were designed to promote energy saving practices, not only among members of the architectural profession but in the building industry and building management industry as a whole.

With some pardonable pride, I table and have tabled in the past, and they are at the front table, three publications the Institute has produced and is now distributing in Canada and abroad. One is our *Energy Conservation Design Resource Handbook*, printed in a quantity of 5,000 copies. As of today, I believe, that approximately 3,500 copies of that document have sold. Other publication our *Energy Economics and Life Cycle Costing* seminar workbook employed at 14 seminars from coast to coast; and a workbook specially prepared for a recent conference/work shop entitled *Energy in the Design Process* for Canadian and American architects and engineers in Toronto. I would suggest to you as an aside in that regard that the American Institute of Architects—some 40,000 members strong—virtually 8 times our size, have lent tremendous assistance and have the same priority at the moment related to their profession in relationship to energy-conscious design. Early in November in Toronto, 57 registrants attended our final English language Energy Economics and Life Cycle Costing seminar to be held this year.

At this point I should explain to the committee that the presentation of this institute, although admitting the desirability of Canada pressing for increased use of solar, biomass, wind and coal sources, is one unreservedly in support of a concerted conservation initiative.

In providing a summary of the RAIC brief, I wish to restate the point made in its introduction: we need a greater efficiency in the use of available resources, particularly in respect to the design in life cycle maintenance of buildings. The amount of energy that could be saved by energy conservation through building design is approximately equal to that projected to be availabe from any one of the major domestic energy sources in 1990. A dollar spent in energy conservation at the building stage could save twice the energy produced by an equivalent investment in power supply and production capacity.

About 35 per cent of current Canadian energy use is in buildings. Research shows that about 80 per cent of this is used for lighting, heating, cooling and hot water. Not surprisingly, energy-saving building design has emerged as an issue of national policy.

[*Traduction*]

vous a été soumis en août dernier et ajouter quelques recommandations à celles qui ont déjà été faites.

L'IRAC termine actuellement une année de recherche et de développement très intense et de mise en place de diverses propositions destinées à favoriser les pratiques visant à économiser l'énergie, non seulement parmi les membres de la profession d'architecte, mais aussi dans l'industrie de la construction et dans l'industrie de la gestion des bâtiments en général.

Ce n'est pas sans une certaine fierté que je présente ici et que j'ai présenté par le passé, comme en témoignent les mémoires qui se trouvent sur la table, trois publications rédigées par l'Institut et qui sont actuellement diffusées au Canada et à l'étranger. L'une de ces publications est notre *Energy Conservation Design Resource Handbook*, imprimée à 5 000 exemplaires. Jusqu'à présent, je crois qu'environ 3 500 exemplaires de ce document ont été vendus. Une autre de nos publications, notre *Energy Economics and Life Cycle Costing*, est un manuel qui a été utilisé dans 14 séminaires d'une mer à l'autre; nous avons également publié un manuel spécialement rédigé pour une conférence-atelier récente, et intitulé *Energy in the Design Process*, qui s'adressait à des architectes et des ingénieurs canadiens et américains réunis à Toronto. Je voudrais profiter de l'occasion pour dire que l'American Institute of Architects—qui compte quelque 40 000 membres—qui est pratiquement 8 fois plus gros que le nôtre, nous a apporté un très précieux concours et a, à l'heure actuelle, les mêmes priorités que nous en ce qui a trait à la conception orientée en fonction de l'économie d'énergie. Plus tôt en novembre, à Toronto, 57 participants ont assisté à notre dernier séminaire, donné en anglais, sur «les problèmes économiques liés à l'énergie et l'évaluation du coût du cycle de vie» qui se tiendra cette année.

Il faudrait que j'explique ici au comité que, dans son mémoire, l'Institut, tout en admettant qu'il soit souhaitable pour le Canada de favoriser une augmentation de l'utilisation de l'énergie provenant du soleil, du vent, de la biomasse et du charbon, donne son appui sans réserve aux efforts de conservation concertés.

J'aimerais, dans mon résumé du rapport de l'IRAC, répéter ce qui est souligné dans l'introduction: nous devons utiliser de façon plus efficace les ressources disponibles, particulièrement en ce qui a trait à la conception de l'entretien pour la durée de vie utile des édifices. La quantité d'énergie qui pourrait être économisée en appliquant des méthodes de conservation d'énergie lors de la conception des édifices est à peu près égale à la quantité que l'on devrait obtenir, selon les prévisions, de l'une ou l'autre des principales sources d'énergie domestique en 1990. Un dollar dépensé dans la conservation de l'énergie au stade de la construction permettrait d'économiser deux fois l'énergie produite par un investissement équivalent en approvisionnement énergétique et en capacité de production.

Environ 35 p. 100 de l'énergie utilisée actuellement au Canada le sont par les édifices. Les recherches montrent qu'environ 80 p. 100 de cette énergie sert à l'éclairage, au chauffage, au refroidissement et à l'eau chaude. Il n'est donc pas étonnant que l'idée d'une conception axée sur les économies d'énergie soit apparue comme une question de politique nationale.

[*Text*]

• 1545

The buildings represent our best opportunity, not only to reduce our energy consumption, but to replace oil and natural gas with renewable resources. All problem areas are tied to the unrestricted growth projections that have, until recently, been largely unchallenged. Because buildings are responsible for more than one third of the total energy used in Canada, the greater part of this usage is predetermined by architectural decisions. There is a need for a re-examination of the problems facing the entire profession of Canadian architecture.

The one fact that emerges clearly from investigations of buildings is that the hope for the future is a fundamental reversal in our present commitment to the current fashion of producing totally-sealed buildings. The concept of the building as a static, ideal object in space will yield to the idea that it is part of a growing, changing, continuous process.

As coherent as the arguments for conservation may be, relatively little has been accomplished to implement energy conservation practices compared to the range and magnitude of existing possibilities. The building industry is a complex amalgam of material producers, manufacturers, designers and assemblers. It is responsible for about 16 per cent of Canada's gross national product. The proportion of energy it requires is considerably greater than its proportional share of GNP.

Improvements in the energy efficiency of major industries would naturally have their effect on the energy embodied in products incorporated in buildings. Improved energy use in construction will require selection of the least-energy intensive materials or assemblies to achieve predetermined performance levels; improved methods of construction to reduce on-site energy use; more accurate engineering to determine precise amounts of required material; extended use of worthwhile, existing structures to avoid unnecessary new building; improved production methods to reduce embodied energy per unit of material; and greater use of regionally-available materials to reduce transportation.

The obvious prerequisite to any analysis of energy in the building sector is to obtain accurate data through energy cost-accounting including indirect environmental and social health and safety costs.

Energy conservation nearly always means increasing the capital cost of building construction, an investment that may be quickly paid back and that can be cost justified from the standpoint of life-cycle cost but which, nonetheless, involves increased first costs. There is no mechanism by which to make long-term planning investments in the building sector given a

[*Translation*]

Le bâtiment constitue pour nous la meilleure occasion non seulement de réduire notre consommation d'énergie, mais aussi de remplacer le pétrole et le gaz naturel par des ressources renouvelables. Tous les secteurs-problèmes sont liés aux prévisions de croissance illimitées qui, jusqu'à récemment, non pas été beaucoup mises en question. Comme le bâtiment est responsable de plus du tiers de l'utilisation totale d'énergie au Canada, on peut dire qu'une grande partie de cette utilisation est pré-déterminée par les décisions architecturales. Il faut donc réévaluer les problèmes qui se posent à la profession dans son entier au Canada.

Un fait ressort clairement des études effectuées dans les bâtiments, et c'est que l'espoir pour l'avenir réside dans le renversement fondamental de notre adhésion actuelle au concept de l'édifice totalement scellé. La notion du bâtiment comme un objet statique, idéal dans l'espace fera place à celle du bâtiment comme partie d'un processus en croissance, en évolution continue.

Aussi cohérents que les arguments en faveur de la conservation puissent être, relativement peu de chose a été fait pour mettre en pratique les méthodes de conservation par rapport à l'importance et à la portée des possibilités existantes. L'industrie du bâtiment est un amalgame complexe de producteurs de matériaux, manufacturiers, concepteurs et assembleurs. Elle répond d'environ 16 p. 100 du produit national brut du Canada. La proportion d'énergie qu'elle nécessite est considérablement supérieure à sa contribution au PNB.

Une amélioration de l'efficacité énergétique des principales industries aurait naturellement des répercussions sur l'énergie nécessaire à la fabrication des produits qui entrent dans la construction des édifices. Pour en arriver à une meilleure utilisation de l'énergie en construction il faudra choisir les matériaux ou les assemblages qui requièrent le moins d'énergie possible afin de répondre à des seuils de performance déterminés d'avance; les méthodes de construction devront être améliorées afin de réduire l'utilisation d'énergie dans les chantiers; l'ingénierie devra également être plus exacte et déterminer les quantités précises de matériaux nécessaires; il faudra encore utiliser le plus longtemps possible les structures existantes et encore en bon état afin d'éviter d'avoir à construire de nouveaux édifices inutiles; les méthodes de production devront également être améliorées afin de réduire la quantité d'énergie requise pour produire une unité; et il faudra enfin utiliser davantage les matériaux disponibles sur place afin de réduire les frais de transport.

La condition préalable évidente à toute analyse énergétique dans le secteur du bâtiment est d'obtenir des données précises grâce à une comptabilité énergétique tenant compte des frais indirects en matière d'environnement, de santé sociale et de sécurité.

La conservation d'énergie est presque toujours équivalente à une augmentation des frais de premier établissement dans le secteur de la construction, un investissement qui peut être rapidement amorti et qui peut être justifié du point de vue du coût de la durée de vie, mais qui, néanmoins, augmente quand même les premiers coûts. Il n'existe aucun mécanisme qu

[*Texte*]

lowest first-cost market mentality and resulting decisions made at the expense of energy economics. And here, I think, probably with the pronouncements of what we may experience over the next 12 months, at least, in terms of the cost of money, that statement drives even harder home.

The point of any innovation program is that a number of small efforts be made simultaneously. If mutual effort is expended at the right instant, the task is easy. What is required to implement the conservation initiatives basically would be, one, utilizing technical-fix measures to reduce energy waste with little cost or change in currently available building methods; two, addressing the fundamental patterns of energy use in the built environment; and three refocusing our cultural values and social actions on a conservation ethic.

The quality of the environment and energy conservation are not incompatible, despite arguments to this effect by private interests who would like to see environmental control standards lowered. Each time conventional energy is consumed, there is an impact on the environment in terms of waste and pollution. Energy conservation offers a sane alternative by which to reduce such impacts.

We can improve our buildings by eliminating wasteful use of resources and by adopting qualitative goals and meeting technical and social needs. The proposal that emerges is for a concerted conservation initiative to achieve this end.

• 1550

The problem is that although the public in general endorses the ethic of conservation, it shows little enthusiasm for supporting the implementation. Public attitudes change slowly, except in acute crises.

As Daniel Yergin wrote in *Energy Future*

> Conservation is no less an energy alternative than oil, gas, coal or nuclear. Indeed, in the near term, conservation could do more than any of the conventional sources to help

his country in this case but certainly ours

> deal with the problems it has . . .

Overcoming the barriers to potential savings through conservation requires a government policy that champions conservation, that gives it a chance equal in the market place to that enjoyed by conventional sources of energy.

I think that is brought home in a lot of the current analysis that is being done in Canada today where high technology is being compared in terms of its economic cost-benefit analysis

[*Traduction*]

permette de planifier les investissements à long terme dans le secteur du bâtiment, compte tenu de la mentalité existante sur le marché et qui veut que les premiers frais soient le plus bas possible et, par conséquent, les décisions qui sont prises le sont aux dépends des économies d'énergie. Et ici, selon moi, quand on pense à ce qui arrivera probablement au cours des prochains mois pour ce qui est du moins du coût de l'argent, cette affirmation frappe encore plus durement.

Le but de tout programme d'innovation est d'arriver à ce qu'un certain nombre de petits efforts soient faits simultanément. Si des efforts mutuels sont faits au bon moment, la tâche est facile. Ce qu'il faudrait pour mettre en pratique les projets de conservation, ce serait, au fond, d'abord d'utiliser des mesures techniques ponctuelles destinées à réduire à peu de frais les gaspillages d'énergie sans changements majeurs dans les méthodes de construction actuellement disponibles; ensuite il faudrait étudier les habitudes de consommation d'énergie dans le milieu construit; et enfin, il faudrait réorienter nos valeurs culturelles et nos actions sociales en fonction d'une éthique de la conservation.

La qualité de l'environnement et la conservation de l'énergie ne sont pas des notions incompatibles, en dépit des arguments à cet effet qui sont soulevés par les intérêts privés, qui aimeraient bien voir baisser les normes de contrôle écologiques. Chaque fois que l'énergie traditionnelle est utilisée, il y a des répercussions sur l'environnement en terme de gaspillage et de pollution. La conservation de l'énergie offre une option de rechange saine qui permettrait de réduire ces répercussions.

Nous pouvons améliorer le rendement énergétique des bâtiments en éliminant le gaspillage de nos ressources et en adoptant des objectifs qualitatifs ainsi qu'en répondant aux besoins techniques et sociaux. Notre proposition est donc d'entreprendre un effort de conservation concerté afin d'atteindre le but désiré.

Le problème est que, bien que le public en général soit d'accord avec une ethique de conservation, il montre peu d'enthousiasme pour sa mise en pratique. L'attitude du public change lentement, sauf en cas de crise aiguë.

Comme l'écrit Daniel Yergin dans *Energy Future*:

> «la conservation constitue une option énergétique au même titre que le pétrole, le gaz, le charbon ou le nucléaire». En effet, à court terme, la conservation peut faire plus que toute autre source traditionnelle d'énergie pour aider son pays, dans le cas qui

l'occupe, mais certainement aussi notre pays à

> faire face aux problèmes qui lui sont propres . . .

Pour vaincre les obstacles qui nous empêchent de réaliser des économies grâce à la conservation, il faudrait une politique gouvernementale qui se fasse la protagoniste de la conservation, qui lui donne sur le marché une chance égale à celle des sources d'énergie traditionnelles.

Je pense que c'est là la conclusion de plusieurs analyses qui sont faites actuellement au Canada où la haute technologie est évaluée en fonction de l'analyse de rentabilité économique que

[*Text*]

based upon its relationship to either oil sands barrel prices or world prices for oil while active considerations that are being brought forward associated with lower technology or alternative energy solutions are being compared in relationship to their cost-effectiveness relating to the present subsidized oil barrel price of $16.75. So, there is a deliberate attempt in the rush for high technology to not compare oranges and oranges in evaluating regional energy solutions.

The federal government does not yet have a broad-ranging national program of incentives to encourage retrofit. The speed with which retrofit can deliver substantial savings argues for a much more stimulative public policy with tax credits. Such a policy would signal the importance of retrofit and would encourage homeowners, entrepreneurs, and manufacturers. It is important to remember that somewhere around 80 per cent of the buildings that will be standing in Canada in the year 2000 are standing today.

The present levels of conservation activity are a rational response to present energy prices. If a serious disruption in the supply of imported oil were to occur overnight in Canada, conservation would very quickly be regarded as a serious energy source, probably the most available. It is obvious that senior management will not take energy saving investments more seriously until they are convinced that their firms will be paying more for energy in constant dollars in two years than they are today.

However, as fuel costs continue to rise, the economics of energy conservation will one day change overnight, and we had better be ready. To an architect, the client is an important motivating force. When that client starts demanding, we will respond. The client, whether private or governmental, will demand, when he understands the economics, both first and life-cycle cost. I should not suggest that the tone here would be meant that the architect only responds when the client demands. Certainly, most architects in Canada at the moment find themselves in a situation where they are attempting to convince owners of the economic analysis that is required between start-up, or first time, or early capital cost associated to medium-or long-term investment returns or future marketability of their own buildings based upon competitive energy budgets.

We are all engaged in a massive learning process. We need a lot more monitoring of energy behaviour in buildings. And certainly, in seeking energy-saving solutions, the building industry must build and then monitor the results; for example, the group of energy-efficient housing demonstration units in Saskatoon. And I would suggest, from personal experience, the work that has been done by my own firm in Prince Edward Island, that monitoring cannot be underestimated. In building

[*Translation*]

l'on peut en faire, à partir de son rapport soit au prix du baril de pétrole obtenu de sables bitumineux, soit aux prix mondiaux du pétrole, tandis que les considérations qui sont faites en matière de faible technologie ou d'options énergétiques de rechange sont évaluées en fonction de leur rentabilité par rapport au prix actuel de $16.75 du baril de pétrole subventionné. Il y a donc une tentative délibérée, dans cette ruée vers la haute technologie, de ne pas comparer des oranges avec des oranges pour évaluer les solutions énergétiques régionales.

Le gouvernement fédéral ne dispose pas encore d'un programme national d'incitation à longue portée afin de favoriser le rattrapage. La rapidité avec laquelle le rattrapage peut permettre de réaliser des économies substantielles est un argument en faveur de l'établissement d'une politique beaucoup plus stimulante et comportant des crédits d'impôts. Une telle politique devrait souligner l'importance du rattrapage et encourager les propriétaires de maisons, les entrepreneurs et les industriels à affectuer lesdites installations en rattrapage. Il est important de rappeler qu'environ 80% des édifices qui existeront au Canada en l'an 2,000 sont déjà construits aujourd'hui.

Le niveau actuel des activités de conservation est une réponse logique au prix actuel de l'énergie. Si une grave interruption de l'approvisionnement en pétrole devait survenir d'un jour à l'autre au Canada, la conservation serait bien vite considérée comme une source d'énergie importante, et probablement la plus disponible. Il est évident que les grandes administrations ne prendront pas au sérieux les investissements destinés à économiser l'énergie tant qu'elles ne seront pas convaincues que leurs sociétés devront payer davantage pour l'énergie, en dollars constants, pour les deux années à venir.

Toutefois, comme le prix du pétrole continue à monter, l'aspect économique de la conservation de l'énergie va un jour changer du jour au lendemanin, et mieux vaut être prêts. Pour un architecte, le client est une source de motivation importante. Lorsque le client commence à exiger, les architectes doivent obéir. Le client, que ce soit l'État ou un client privé, exigera la conservation de l'énergie lorsqu'il comprendra l'aspect économique de la question, les frais de premier établissement et les frais d'entretien. Je ne veux pas dire ici que l'architecte doit réagir seulement lorsque le client l'exige. Au contraire, la plupart des architectes canadiens en ce moment tentent eux-mêmes de convaincre les propriétaires de faire l'analyse économique nécessaire et de comparer entre les prix de premier établissement ou les premiers frais, ou encore les premiers frais de capital associés au rendement à moyen ou à long terme de l'investissement, ou à la rentabilité future de leurs immeubles, en fonction de budgets énergétiques concurrentiels.

Nous sommes tous engagés dans un important processus d'apprentissage. Les habitudes énergétiques dans la construction devraient être beaucoup plus contrôlées. Et il ne fait pas de doute que dans la recherche de solutions destinées à économiser l'énergie, l'industrie du bâtiment doit construire et ensuite contrôler les résultats obtenus. Mentionnons par exemple, les unités de logement-pilote à haut rendement énergétique à Saskatoon. Il me semble en outre, d'après mon expé-

[*Texte*]

demonstration houses and representing what their energy budgets will be, my office has been investigated by Consumer and Corporate Affairs for the suggestion that perhaps our advertising was beyond the pale. We were lucky not to end up in court with Consumer and Corporate Affairs on the basis that the buildings that we had produced had already been monitored by the National Research Council. So, that dispensed with the discussion immediately, but I can tell you honestly that the public acceptance of those buildings is directly determined by the fact that a group in authority, not necessarily the authors of the building, independently came in and approved for consumer confidence that the monitoring showed that the buildings would perform in the way it had been suggested that they would perform during the design period. And that is critically important to a growing level of sceptic consumers in Canada who certainly want to be assured that the buildings that are being represented as having energy-efficient principles in their design will in fact work that way.

• 1555

This effort cannot be compressed into a short time frame. It needs repetition and it needs to occur in virtually every province and community in Canada.

Another point is that it is not enough for architects and engineers to lobby for research—they must participate in it. Otherwise, the research is done by physicists and other scientists who do not know anything about the decision-making processes in the field of architecture.

For this reason the RAIC will establish a research corporation effective January 1, 1981 to seek, investigate and carry out programs and projects for the improvement of the conditions of human life affected by architecture. A substantial effort will be devoted by the new corporation into energy management research in all its aspects. Given the problems now facing the Canadian economy, the Institute is determined that the architect will be a research worker and no longer just a user of research results.

The Royal Architectural Institute of Canada is gratified to note that the National Energy Program document released by the federal government on Tuesday, October 28, characterized

> ... conservation as the cleanest, most enduring and, in many instances, the cheapest part of the solution to the oil problem of the 1980s and to an improvement of the basic energy balance.

On page 69 of that docuement, under the chapter heading "A More Vigorous Conservation Effort", the report states:

> ... conservation postpones the day when Canadians will have to make hard decisions about the pace at which we should develop for our own use supply options such as nuclear power and coal.

[*Traduction*]

rience personnelle, c'est-à-dire le travail que j'ai fait dans ma propre société à l'Île-du-Prince-Édouard, qu'il ne faut pas sous-estimer l'importance du contrôle. Pendant la construction de ces unités de logement-pilote et l'établissement de leur budget énergétique, mon bureau a fait l'objet d'une enquête du ministère de la Consommation et des Corporations en vue de déterminer si notre publicité allait au-delà de la réalité. Nous avons eu la chance de ne pas être amenés devant les tribunaux par ce ministère étant donné que ces unités de logement avaient déjà été contrôlées par le Conseil national des recherches. Cela nous a immédiatement évité une discussion, mais je peux dire honnêtement que l'acceptation par le public de ces logements est directement déterminée par le fait qu'une autorité quelconque, et pas nécessairement les constructeurs du bâtiment, une autorité indépendante est venue sur les lieux contrôler si les immeubles correspondaient bien aux résultats envisagés au cours de la période de conception. Cela est très important pour un nombre croissant de consommateurs sceptiques au Canada qui veulent résolument être assurés que les édifices dont on leur dit qu'ils sont construits conformément au principe de l'économie d'énergie sont effectivement construits en conséquence.

Cet effort ne peut être fait en une courte période. Il doit être répété et fait pratiquement dans toutes les provinces et les agglomérations du Canada.

D'autre part, il n'est pas suffisant que les architectes et les ingénieurs fassent du lobbying en faveur de la recherche—ils doivent eux-mêmes y participer. En effet, autrement, la recherche est effectuée par des physiciens et autres hommes de science qui ne connaissent rien au processus de prise de décision dans le domaine architectural.

C'est pourquoi l'IRAC a créé une société de recherche qui, à partir du 1er janvier 1981, élaborera et réalisera des programmes architecturaux destinés à améliorer les conditions de vie. Cette nouvelle société consacrera une grande partie de ses efforts à la recherche en matière de gestion énergétique, sous tous ses aspects. Compte tenu des problèmes auxquels doit faire face actuellement l'économie canadienne, l'Institut est résolu à orienter les architectes vers la recherche, de façon qu'ils ne soient plus uniquement de simples utilisateurs des résultats de la recherche.

L'Institut royal d'architecture du Canada constate avec plaisir que le document sur le programme énergétique national, publié par le gouvernement fédéral, le jeudi 28 octobre, qualifie

> la conservation d'énergie «de solution la plus propre, la plus permanente et, dans plusieurs cas, la moins coûteuse aux problèmes du pétrole des années 1980 et à l'équilibre du budget énergétique de base.»

A la page 69 de ce document, dans le chapitre intitulé «A More Vigorous Conservation Effort» les auteurs disent ceci:

> ... la conservation permettra aux Canadiens de reculer le jour où ils devront prendre de difficiles décisions au sujet du rythme auquel d'autres sources d'approvisionnement

[*Text*]

In many cases I would say the sympathy of members of our profession, in discussing this topic particularly over the last two years, was really with the underlying hope that conservation and retrofit would allow us the breathing space to plan a future with renewable energy sources. To a certain extent the present program, although outlined in its principles and certainly represented by Minister Lalonde not to have been cast in stone in its first outing, suggests an off-oil policy which is off oil but shows considerable interest in going on sources for continuing reliance that in themselves are nonrevewable.

The architects of Canada welcome the statements that the National Energy Program envisages a much greater role for renewable energy, and that the government believes that economic realities now favour a range of renewable energy options. This Institute hails the statement that increased funds will be provided for research, development and demonstration of renewable energy.

Concerning our recommendations, it would now appear that the National Energy Program has made provision for the substantially increased budget we advocated for energy conservation programming. We understand that steps are under way to adopt our recommendation that a special project with nationwide dimensions in building conversion and retrofiting be mounted. The institute regrets the spate of energy supply advertising mounted by the federal government in recent weeks. To tell Canadians that no energy problem exists now, or will exist in future, is counter-productive and confusing. I know, in terms of my own office, that there is a sense of exasperation every night when they watch a TV ad that shows an aerial view of the Ark in P.E.I. with a background sentiment that we have what it takes when in fact we, as a profession, do not feel at the moment that we have what it takes in order to make public examples in research, such as the building being flown over in the ad, to be understandable, translatable and desirable as an individual committment for energy conservation and energy-efficient design.

• 1600

The average Canadian is bound to be confused, told on one hand of the need to save energy then on the other that it is boundlessly available. The institute repeats its recommendations that the government amend its national energy policy during the coming year to provide a program of tax incentives to facilitate a greatly increased, participation by Canadian industry and building owners generally in the retrofiting of their existing properties.

[*Translation*]

devront être exploitées, comme l'énergie nucléaire et le charbon.

Dans de nombreux cas, je dirais que la sympathie des membres de notre profession pour cette option, au cours des deux dernières années en particulier, reposait en réalité sur l'espoir que la conservation et le rattrapage leur donneraient le temps de planifier l'avenir en fonction de sources d'énergie renouvelables. Dans une certaine mesure, le programme actuel, bien que selon les termes du ministre Lalonde, et selon ce qui est établi dans ses principes mêmes, il ne soit pas gravé dans la pierre et que cette première version puisse être modifiée, le programme actuel, dis-je, propose une politique moins dépendante des hydrocarbures, une politique indépendante, mais qui repose encore considérablement sur des sources d'énergie qui ne sont pas elles-mêmes renouvelables.

Les architectes du Canada voient d'un bon œil que le programme énergétique national prévoie un rôle beaucoup plus important pour les sources d'énergie renouvelables, et que le gouvernement croie que la situation économique actuelle favorise toute une gamme d'options énergétiques renouvelables. L'Institut approuve sans réserve la proposition d'augmenter les fonds accordés à la recherche, au développement et à la démonstration des sources d'énergie renouvelables.

Pour ce qui est de nos recommandations, il semble que le programme énergétique national permette une augmentation importante des budgets que nous aimerions obtenir pour les programmes de conservation d'énergie. Nous avons appris que certaines mesures ont été prises pour adopter notre recommandation concernant un projet spécial, à l'échelle nationale, pour la conversion et le rattrapage dans le domaine du bâtiment. L'Institut n'est pas d'accord avec la vague de publicité sur les approvisionnements en énergie lancée par le gouvernement fédéral au cours des dernières semaines. Dire aux Canadiens qu'il n'y a actuellement aucun problème énergétique ou que le problème ne se posera pas dans l'avenir, est contre-productif et porte à confusion. Je sais que les gens de ma profession sont exaspérés chaque soir lorsqu'ils voient à la télévision des annonces montrant une vue aérienne de l'Arche dans l'Île-du-Prince-Édouard, annonces qui donnent le sentiment que nous avons toutes les solutions en main, quand, en fait, nous, en tant qu'architectes, ne croyons pas avoir actuellement à notre disposition ce qu'il faut pour donner au public des exemples de ce qui se fait en recherche, comme cet établissement dont on donne une vue aérienne dans l'annonce en question, des exemples qui soient compréhensibles, réalisables et souhaitables, en tant que solutions individuelles, pour la conservation de l'énergie et la conception efficace du point de vue énergétique.

Le Canadien moyen ne peut qu'être confus: d'une part, on lui dit qu'il faut économiser l'énergie, puis d'autre part, que nous disposons de toute l'énergie nécessaire. L'Institut ne peut que répéter les recommandations qu'il a faites au gouvernement de modifier sa politique énergétique nationale au cours des années à venir, afin de mettre sur pied un programme de stimulation fiscale destiné à faciliter un accroissement important de la participation de l'industrie canadienne, et des pro-

[*Texte*]

It is further recommended that all federal and provincial taxes be removed from products and systems which reduce energy consumption in buildings and that Revenue Canada, or other departments that may have a role, review with industry the appropriate products and procedures which should apply for gaining a tax exempt status.

It is interesting that we just finished at this recent design conference a design analysis on a number of buildings across North America. In one case, a promoter indicated that his design solution was cost effective. But when questioned how an active solar system for a project of that size could be cost effective, he said because this building is in Colorado and in Colorado the building would enjoy a 40 per cent federal grant on its energy system with an added 30 per cent federal grant on the same components from the state, which brought the amortization down from 18 years to the 7 to 8 year range, enough for even a hard-nosed developer to consider if he planned to keep his building for more than three years.

Direct loans or government guaranteed loans at preferred interest rates should be made available through private lending agencies with government support for energy conservation equipment and installations that may be used in new, repair and renovation construction. It is suggested that the amortization period for these loans or mortgages be three times the certified pay-back period obtained through energy savings.

In addition to the new energy conservation incentives and special loan arrangements, selective incentives should be offered for equipment and systems which use energy from renewable sources; for instance, solar, biomass, waste regeneration, wood, wind and other similar sources.

Accelerated capital cost allowances should be made available that will give a preference to energy conservation equipment and systems.

It is recommended that all government departments and agencies which fund new or repair construction, including those which make grants and provide guarantees, give proper recognition of life-cycle costing; that is not only the first costs for energy conservation systems and equipment.

Energy rate structures for nonrenewable energy resources should be assessed to encourage conservation rather than consumption. Adjustments in rate structures, if they are deemed to be both necessary and practical to implement, should be introduced over a period of time, possibly in stages, so that disruptions for consumers may be prevented. When

[*Traduction*]

priétaires fonciers en général, au rattrapage de leurs propriétés.

Nous recommandons en outre que toutes les taxes fédérales et provinciales soient abolies sur les produits et les systèmes qui permettent de réduire la consommation d'énergie dans les bâtiments et que Revenu Canada, ou d'autres ministères qui peuvent jouer un rôle en la matière, fassent, en collaboration avec l'industrie, un recensement des produits et des méthodes appropriées qui pourraient faire l'objet d'une exemption d'impôt.

Il est intéressant de noter au passage que nous venons tout juste de terminer, au cours d'une récente conférence sur la conception, une analyse d'un certain nombre d'immeubles en Amérique du Nord. Dans un cas, un promoteur a indiqué que la solution qu'il a adoptée était rentable. Mais lorsque nous lui avons demandé de quelle façon un système solaire pour un projet de cette dimension pourrait être rentable, il a répondu que, du fait que l'immeuble en question se trouve au Colorado, et qu'au Colorado cet immeuble donne droit à une subvention fédérale de 40 pour cent en matière énergétique en plus d'une autre subvention de l'État de 30 pour cent pour les mêmes composantes, ce qui ramène l'amortissement de 18 ans à 7 ou 8 ans, cela est suffisant pour attirer même un promoteur difficile, s'il envisage de garder l'immeuble en question pendant plus de trois ans.

Les prêts directs ou les prêts garantis par le gouvernement à des taux d'intérêt préférentiels devraient être disponibles par l'intermédiaire d'agences de prêts privées, appuyées par le gouvernement, en vue d'acheter de l'équipement et des installations visant à économiser l'énergie dans les immeubles neufs, remis en état ou rénovés. Nous proposons que la période d'amortissement pour ces prêts ou hypothèques soit trois fois plus longue que la période de recouvrement certifiée obtenue grâce aux économies d'énergie.

En plus des nouvelles mesures d'encouragement à la conservation de l'énergie et des arrangements spéciaux en vue d'obtenir des prêts, des encouragements sélectifs devraient être offerts pour l'équipement et les systmèmes qui utilisent de l'énergie renouvelable; par exemple, l'énergie solaire, la biomasse, la régénération des déchets, le bois, le vent et d'autres sources semblables.

Des amortissements accélérés devraient être offert pour les projets qui utilisent de préférence de l'équipement permettant d'économiser l'énergie.

Nous recommandons que tous les ministères et agences gouvernementales qui subventionnent les nouvelles constructions ou les réparations, notamment ces organismes qui donnent des subventions et accordent des garanties, reconnaissent pleinement les frais d'entretien pendant la durée de vie et pas seulement les premiers frais engagés pour l'acquisition des équipements de conservation.

Les tarifs pour la consommation d'énergie provenant de sources non renouvelables devraient être établis de façon à encourager la conservation plutôt que la consommation. Les ajustements jugés à la fois nécessaires et réalisables dans ce domaine, devraient être faits progressivement, si possible par étapes, afin d'éviter les perturbations au niveau des consomma-

[*Text*]

assessing the feasability of changes, due consideration must also be given to the maintenance of Canada's competitive position in world markets and the need for sound economic justification. Mr. Chairman, the Institute appreciates having the opportunity to make this submission through your Committee, to acquaint Parliament and the Canadian public generally about our views on a subject which is of critical importance to the Canadian society. Thank you.

• 1605

The Acting Chairman (Mr. Gurbin): Thank you very much Mr. Miller. I think there will be some interesting questions from our committee members, who are on your right. At the outset, I would have liked to have introduced to you our Project Manager, Mr. Clay, and the research staff—the support staff that we have from the Library of Parliament. They are with us at all meetings and help us to ask questions—particularly rly technical questions. So first the members of the committee and then the research staff will ask you questions.

I might also mention that we have given to you a copy of our mandate. I did not have one orginally but you have it now. I will not bother to read it because you can do that at your own leisure. You will find that in that mandate conservation, itself, has not been included. One of the interesting things that has happened, as this committee has continued to meet over the past few months, is that a gradual consensus has emerged and I think that you will find general support for the concept of conservation. We are trying to find ways to incorporate that into our mandate in the most realistic and practical way. So with that, I will call on Mr. MacBain, who is the first questioner.

Mr. MacBain.

Mr. MacBain: Thank you. I enjoyed the presentation, so some of mine are comments. Our Chairman covered one of them, which was conservation.

I think it is fair to say that we started out—well, speaking for myself—I started out being interested in the supply side and ended up being primarily interested in the demand side, so it shows that members of a committee can be changed by good evidence, not only your own but evidence that we have been hearing all over North America. So we are not far apart there.

I noticed what you say about airtight homes, that they are not the be-all, end-all. We have been seeing both sides of that, although we first started out on the airtight idea. But we have been getting signals from you and from others that it is not as easy as that. I am anxious to take another look at your brief in regard to that.

[*Translation*]

teurs. Pour évaluer la faisabilité de ces changements, il faut également tenir compte de la position concurrentielle du Canada sur le marché et de la nécessité d'une justification économique raisonnable. Monsieur le président, l'Institut apprécie l'occasion qui lui est donnée, devant ce comité, de faire connaître au Parlement et au public canadien en général son point de vue sur un sujet d'une importance capitale pour la société canadienne. Merci.

Le président suppléant (M. Gurbin): Merci beaucoup monsieur Miller. Je pense que les membres de notre comité, qui sont à votre droite, ont quelques questions intéressantes à poser. Avant de commencer, j'aimerais vous présenter notre directeur de projet, M. Clay, et le personnel de recherche—le personnel de soutien qui vient de la bibliothèque du Parlement. Ces personnes sont présentes à toutes nos réunions et nous aident à poser des questions—notamment des questions techniques. Alors, les membres du comité poseront d'abord leurs questions, puis ce sera au tour du personnel de recherche.

J'aimerais également mentionner que nous vous avons donné un exemplaire de notre mandat. Je n'en avais pas de copie au début, ce qui explique le retard. Je ne me donnerai pas la peine de le lire, car vous pourrez le faire quand vous voudrez. Vous verrez que dans ce mandat, on ne trouve pas la conservation comme telle. Une des choses intéressantes qui est arrivée à ce comité, au cours des derniers mois, est le fait que graduellement un consensus s'est établi et je pense que vous trouverez un appui général pour la notion de conservation. Nous essayons d'incorporer cela dans notre mandat, de la façon la plus réaliste et la plus pratique possible. Mais passons aux questions, je donne la parole à M. MacBain, qui est le premier intervenant.

Monsieur MacBain.

M. MacBain: Merci. J'ai vraiment apprécié la présentation que vous avez donnée, aussi ne ferais-je que quelques commentaires. Notre président a déjà relevé un des points que j'aimerais souligner, qui est la conservation.

Je crois qu'il est juste de dire que nous avons commencé—enfin, je parle en mon nom personnel—que j'ai commencé, donc, à être intéressé par l'aspect approvisionnement et que j'ai fini par être intéressé davantage par l'aspect demandé de la question; cela montre que les membres d'un comité peuvent changer d'avis lorsqu'on leur apporte de bons arguments, non seulement les arguments que vous apportez, mais les arguments qui ont été soulevés partout en Amérique du Nord. Nous ne sommes donc pas loin l'un de l'autre sur ce point.

J'ai relevé ce que vous avez dit au sujet des maisons étanches à l'air, que ces maisons ne sont pas la solution finale à tous nos problèmes. Nous avons vu les deux côtés de cette question, bien que nous ayons commencé d'abord par la notion d'étanchéité. Mais nous avons été avertis, tant par vous que par d'autres personnes, que ce n'était pas aussi facile que cela. Je suis impatient de jeter un autre coup d'œil à votre mémoire à cet égard.

[*Texte*]

I do agree with you regarding the government's advertising. It is strange to hear me say that, maybe, but I have been concerned that the advertising may be misunderstood by some, and I am sure that maybe the committee in its report, and its deliberations, will want to give consideration to that thought. I appreciate why it is being done. There is no doubt about it, that the energy is there, but there are environmental problems, the cost of getting at it, and the time span. Perhaps there is not enough explanation behind that or maybe you do not have to explain it. I think your point is well made, that advertising of the nature that we have been doing could be counterproductive and I am sure that we need a moment to think about that.

Your tax incentives—we have been hearing about those for owners of industrial, commercial, and no doubt, the public sector too—I am thinking of municipal hospitals. It is an important thing and I am sure our staff will be taking it into consideration.

I wanted to ask you just one question, because you can see I am basically along your lines. What is of concern to me are emergency situations. You just touched on this very very slightly, but I have been discussing it with witnesses from time to time—not every witness but once in awhile. If we have a real crisis, say twice as bad or four times as bad as we had in 1973 or what? 1978, someone has to be responsible for picking up the pieces that are going to... I am thinking basically, although not exclusively, of space heating. I assume that like almost everything else, when the chips are down they will look to the federal government. It is a normal thing in a federal state, I suppose. Thinking just of the real energy crunch and space heating, what do you visualize as the answer to that emergency?

• 1610

Mr. Miller: It is a situation for which there are various answers now, it appeares, among members of our profession, depending upon which area of Canada they come from. There tends to be an interest, which I would say has been sparked in high-cost areas by both the building and design professions as well as, perhaps, the real estate industry, with the realization that not only may we have interruptions of supply, but we may, at least over temporary periods, have crisis conditions even in areas where governments have a large amount of control over the utility and supply and the guarantee of supply. There appears to be already some latent concern, I think, which our profession and the real estate industry and others see in terms of people making investments in buildings and wanting to ensure that they have those backup systems in place.

Mr. MacBain: Yes, but what are they? I appreciate that in B.C. and Alberta you have natural gas, so I am not concerned primarily with those two provinces or any areas where they can get natural gas. But let us take Ontario. Let us suppose

[*Traduction*]

Je suis d'accord avec vous pour ce qui est de la publicité gouvernementale. Il paraît peut-être étranger pour moi de dire cela, mais j'ai toujours été préoccupé par la possibilité d'une mauvaise interprétation de cette publicité par certaines personnes, et je suis sûr que le présent comité, dans ses délibérations et dans son rapport, abordera la question. Je comprends pourquoi cela est soulevé. Il ne fait aucun doute que l'énergie est là, mais il y a quand même des problèmes écologiques, ce qu'il en coûte pour produire l'énergie, et les délais nécessaires. Peut-être n'y a-t-il pas assez d'explication derrière tout cela ou peut-être n'y a-t-il pas assez d'explication derrière tout cela ou peut-être qu'il n'y a pas lieu de l'expliquer. Je pense que votre argumentation est solide, et qu'en effet la publicité que nous avons faite pourrait se révéler contre-productrice et que nous devrions y réfléchir.

A propos des incitations fiscales—il a été question de cela pour les propriétaires industriels ou commerciaux, et sans aucun doute les propriétaires du secteur public également—je pense aux hôpitaux municipaux. C'est un aspect important de la question et je suis sûr que notre personnel prendra cela en considération.

Comme je suis fondamentalement d'accord avec ce que vous dites, je n'ai qu'une question à vous poser. Ce qui me préoccupe ce sont les situations d'urgence. Vous navez abordé la question avec les témoins—pas avec tous les témoins mais avec certains d'entre eux. Si nous étions en vraie situation de crise, disons une situation deux ou trois fois pire que celle que nous avons connue en 1973 ou—en 1978, il faudrait bien un responsable pour ramasser les morceaux qui... En fait, je pense principalement, bien que non exclusivement, au chauffage des immeubles. Je présume que, comme dans la plupart des autres cas, lorsque les fonds commenceront à manquer tout le monde se tournera vers le gouvernement fédéral. Cela est normal dans un contexte fédéral, je suppose. Compte tenu d'une vraie crise énergétique et du chauffage des immeubles, qu'envisagez-vous comme réponse à une telle situation d'urgence?

M. Miller: C'est une situation pour laquelle, semble-t-il, les réponses varient d'un membre à l'autre de notre profession, selon la région du Canada d'où il vient. Tant les entrepreneurs que les architectes, de même que les agents d'immeubles, surtout dans les régions où le coût de la vie est élevé, semblent s'inquiéter du fait qu'il se peut non seulement que nous ayons à faire face à des interruptions d'approvisionnement, mais aussi, du moins pendant des périodes temporaires, à des situations de crise, même dans les régions où les gouvernements exercent un contrôle sévère sur les installations et les approvisionnements et garantissent les approvisionnements. Il semble déjà y avoir une préoccupation latente, je crois, parmi les gens de notre profession et les agents d'immeubles et autres personnes intéressées, en ce qui a trait aux gens qui investissent dans l'immobilier et qui veulent s'assurer que ces systèmes de secours sont en place.

M. MacBain: Oui, mais quels sont-ils? Je sais qu'en Colombie-Britannique et en Alberta vous avez du gaz naturel et c'est pourquoi je ne me préoccupe pas beaucoup de ces deux provinces ou des régions où il y a du gaz naturel. Mais prenons

[*Text*]

you are literally stopped for one reason or another—because of a national emergency inside or outside the country, or both at the same time—and you are the minister of energy, supposing you are the one responsible, how do you answer that emergency?

Mr. Miller: I think from the standpoint of . . .

Mr. MacBain: Other than by resigning.

Mr. Miller: I think from the standpoint of having society operate daily in a normal way, it is not going to happen. Certainly, I know that in discussions, with a number of clients we have had we have indicated that there are entire segments of the canadian building society that we are doing that are already considered by the Government of Canada to be not necessary. Also, although it is not well known, there is a well-charted emergency planning scenario in terms of which buildings need energy and which buildings can close down.

Mr. MacBain: Is that a federal matter or a provincial one?

Mr. Miller: Basically it is coming through federal emergency planning discussions, as I understand it, co-ordinated with the provinces. But I know that in many cases where we are asked to design essential service buildings—and I keep coming back to the built environment, as opposed to transportation methods or other things—we are now, as a profession, being asked to introduce a backup system that is regionally effective for that particular building. If it is in Prince Edward Island, it may be a wood-pellet sawdust burner with latent supply, which is not necessarily going to be used, because management does not want to take the time now, but it is out there in the back corner as a backup system to a current oil boiler in case they have extended difficulties. In buildings in Ontario, I understand that in many cases diesel storage fuel and diesel generation for the basic comfort systems in the building are being introduced as a backup to their off-line energy systems in case there is an interruption at the street.

I should not suggest that that is happening as a normal occurrence. It is beginning to happen as part of the building investment.

The other thing that is beginning to happen, although the technology has not reached any economical state, is that many new buildings are looking at introducing some type of system, whether it is off—hour storage or solar storage or some other energy storage capacity within the energy system of the building that would allow it to operate as long, perhaps, as over a five-to seven-day operating period with a cut-out of their traditional external energy sources for the bulding. But beyond our aspect of the built environment, there appears to be a need based upon what is regionally available for an energy-emergency planning reserve for each region, priorized in terms of what service are considered to be essential and what services are required to have a latent energy requirement for minimum

[*Translation*]

l'Ontario, par exemple. Supposons que tout s'arrête littéralement, que ce soit pour une raison ou pour une autre—à cause d'une urgence nationale d'origine intérieure ou extérieure, ou les deux en même temps—et supposons que vous êtes le ministre de l'Énergie, la personne responsable, comment faites-vous face à la situation?

M. Miller: Je pense que du point de vue de . . .

M. MacBain: Autrement qu'en démissionnant.

M. Miller: Je pense que du point de vue du fonctionnement quotidien normal d'une société, une telle situation ne surviendra pas. Bien sûr, je sais qu'au cours des discussions que nous avons eues avec certains de nos clients, il est apparu que des secteurs entiers de la Canadian Building Society que nous formons sont déjà considérés comme non nécessaires par le gouvernement du Canada. En outre, bien que cela ne soit pas bien connu, il existe un scénario bien défini pour les situations d'urgence établissant quels immeubles ont besoin d'énergie et quels immeubles peuvent être fermés.

M. MacBain: Est-ce une question de compétence fédérale ou provinciale?

M. Miller: Fondamentalement, cela relève du plan d'urgence fédéral, si j'ai bien compris, établi de concert avec les provinces. Mais je sais que dans de nombreux cas où l'on demande de concevoir des immeubles de services essentiels—et je reviens encore une fois sur l'environnement urbain par opposition aux méthodes de transport ou à autre chose du même genre—on nous demande, à titre d'architectes, d'introduire des systèmes de soutien efficaces régionalement pour un immeuble en particulier. Si l'on se trouve à l'île du Prince-Édoard, il peut s'agir d'un brûleur alimenté avec des boulettes de sciure dont l'approvisionnement est latent, qui ne sera pas nécessairement utilisé, parce que l'administration ne désire pas en prendre le temps à l'heure actuelle, mais ces approvisionnements sont là, dans un coin, et peuvent servir à alimenter une chaudière à mazout de type courant, en cas de difficultés prolongées. Dans les immeubles ontariens, je comprends que dans de nombreux cas on introduise des réserves de diesel et des génératrices au diesel dans les immeubles, en guise de système de dépannage pour les systèmes énergétiques hors-réseau, au cas où il y aurait une interruption de service.

Je ne devrais pas laisser croire que cela se produit normalement, mais ce genre de chose commence à se pratiquer et a être considéré comme une partie de l'investissement immobilier.

Une autre chose qui commence à se pratiquer de plus en plus, bien que techniquement nous n'ayons pas encore atteint un seuil de rentabilité économique, est le fait que dans de nombreux nouveaux édifices on envisage d'installer un nouveau type de système, que ce soit un système d'emmagasinement pendant les heures creuses ou encore un système d'emmagasinement solaire ou une autre forme quelconque d'emmagasinement d'énergie à l'intérieur du système même de l'édifice, système d'accumulation qui pourrait fonctionner aussi longtemps peut-être que cinq à sept jours en cas d'interruption de l'approvisionnement extérieur classique pour l'édifice en question. Mais en plus de cet aspect de l'environnement urbain, il semble y avoir un besoin fondé sur ce qui est

[*Texte*]

maintenance capacity, and which elements of our society are not considered essential and by a supply decree would virtually have their energy supply cut off.

• 1615

Mr. MacBain: Am I taking too much time?

The Acting Chairman (Mr. Gurbin): You are doing just fine, Mr. MacBain.

Mr. MacBain: I have two questions I will ask you and then I will leave it. Do you think my concern is legitimate or not? Am I being unreasonable in considering whether or not Canada should have an emergency space-heating contingency? Could you just answer, yes, or, no, to that, or is that too hard?

Mr. Miller: Yes. No doubt.

Mr. MacBain: Since I do not have the benefit of your discipline, could you just help me with something? I am new to Ottawa, and I know it is cold here. Where I come from in the Niagara peninsula we are still picking bananas off the trees this afternoon there. But what would happen in the average house if there is such a thing in Ottawa today if, for three months, it did not have oil heat, or gas? I suppose most heating space is done by oil, would it not in Ottawa?

Mr. Miller: Yes.

Mr. MacBain: What would happen if in January, February, March, you had no heat in the home? What would happen to the people in that house? You would still have the electricity.

Mr. Miller: You would still have your electricity. People who had the financial ability to do so would probably go out and storm the local hardware supply place for electric unit heaters.

Mr. MacBain: But how many of them would there be in stock?

Mr. Miller: That is right. Other people, again who would not have to worry paticularly over a short period of time about family finances, would do things like leaving the lights on 24 hours, opening their broilers, their ovens, turning it on, letting it go. You would have an instant horrendous load not only on peak hours, but on all hours . . .

Mr. MacBain: Would there not be a danger of a black-out, or grey-out or brown-out or something?

Mr. Miller: Yes. And at least the American experience is that there is very little willingness to be the first one on the block to voluntarily do what is being asked over the radio. You are quite willing perhaps to be the last, but not the first. And that is enough to black out the entire power system. In some cases I understand American utilities have tried resolving that

[*Traduction*]

disponible régionalement pour constituer une réserve d'énergie en cas d'urgence pour chaque région, dont la priorité est établie en fonction des services considérés essentiels ainsi qu'en fonction des services nécessaires, afin de savoir quelle quantité d'énergie potentielle est nécessaire au maintien d'une capacité minimale, et quels éléments de notre société ne sont pas considérés essentiels et verraient par conséquent leur approvisionnement en énergie pratiquement coupé par décret.

M. MacBain: Est-ce que je prends trop de temps?

Le président suppléant (M. Gurbin): Tout va bien, M. MacBain.

M. MacBain: Il me reste deux questions à poser, après quoi je me tais. Pensez-vous que mes préoccupations sont légitimes ou non? Est-il déraisonnable d'envisager que le Canada ait un plan d'urgence pour le chauffage des immeubles? Pourriez-vous simplement répondre par un oui ou un non, ou cela est-il trop difficile?

M. Miller: Oui. Cela ne fait aucun doute.

M. MacBain: Comme je n'ai pas l'avantage d'être architecte, pourriez-vous m'aider sur un point précis? Il n'y a pas longtemps que je suis arrivé à Ottawa et je sais qu'il fait froid ici. Là d'où je viens, c'est-à-dire la péninsule du Niagara, nous étions encore à cueillir les bananes dans les arbres cet après-midi même. Mais qu'arriverait-il dans une maison ordinaire si une telle situation devait survenir à Ottawa aujourd'hui, si pendant trois mois il n'y avait plus d'huile à chauffage ou de gaz. Je suppose que la plupart des chauffages sont au mazout à Ottawa, n'est-ce pas?

M. Miller: Oui.

M. MacBain: Qu'arriverait-il si en janvier, en février ou en mars, il n'y avait plus de chauffage dans les maisons? Qu'adviendrait-il des gens habitant ces maisons? Il reste toujours l'électricité, bien sûr.

M. Miller: Il y aurait en effet toujours l'électricité. Les gens en ayant les moyens se précipiteraient probablement à la quincaillerie du quartier pour acheter des radiateurs électriques.

M. MacBain: Oui, mais combien y en aurait-il en stock?

M. Miller: C'est une bonne question. D'autres personnes encore n'ayant pas à s'en faire particulièrement pour les finances familiales pendant une courte période laisseraient les lumières allumées pendant 24 heures, allumeraient leur four, leur rôtissoire, et chaufferaient de cette façon. Il y aurait une demande d'électricité énorme et instantanée non seulement pendant les heures de pointe mais pendant toute la journée.

M. MacBain: N'y aurait-il pas alors danger de panne totale ou une diminution quelconque des services d'électricité?

M. Miller: Oui. Et, du moins d'après une expérience faite aux États-Unis, il y a très peu de gens qui sont prêts à être les premiers dans un immeuble à faire volontairement ce qui est demandé à la radio. Le dernier, peut-être, mais pas le premier. Et cela est suffisant pour provoquer une panne totale d'électricité. Dans certains cas, je crois que les Américains ont tenté de

[*Text*]

cycle because they cannot trust people. So they will put on a section of the city for three-and-a-half hours at a time; redirect the peak load related to the capacity of those lines, and allow people to pump water into their bathtub, or get enough heat to do something, or cook some things up for the next 22 hours. It is a planned cycle of allowing energy rationing.

Other people, and I think more and more of them all the time, will already have consumer backup solutions that they are very proud of in their discussions at the local bridge club and, you know, it may be the first time they ever put two cords of wood in their basements. They may, as I have experienced over the last week in Prince Edward Island with no power, be using three fireplaces in the house and cooking over one. I have just been through it for a week.

Mr. MacBain: You do appreciate that the large apartment houses in town do not have any fireplaces?

Mr. Miller: That is quite possible.

Mr. MacBain: Thank you, Mr. Chairman. Sorry, I took so long.

The Acting Chairman (Mr. Gurbin): Thank you, Mr. MacBain. We were interested to know about some of the unusual environmental circumstances around Niagara as well. We will pass now to Mr. Corbett.

Mr. Corbett: Thank you, Mr. Chairman. I take it, Mr. Miller, that you are an independent architect.

Mr. Miller: Yes.

Mr. Corbett: And you are Vice-President of the RAIC. In your role as Vice-President of the RAIC, how much liaison have you had with the CCA over this particular matter of energy conservation and building procedures?

• 1620

Mr. Miller: I will just make one comment and then perhaps Mr. Elliott could follow up. It is fair to say that there are some eight to ten organizations related to various sectors of the building process, and I would say that energy problems and energy approaches over the last three years is the closest we have ever come to talking to each other on a regular basis. We are now exchanging notes; we are not promoting seminars, continuing education and demonstration projects together, and I would say if anything, our over-all interests have brought organizations like the RAIC and the CCA closer together than they have ever been, perhaps, on any other construction issue with the exception perhaps of all joining together to tear apart federal government-client-architect agreements. Robbins.

Mr. Robbins Elliott (Executive Director, Royal Architectural Institute of Canada): The area where we have had liaison most recently I think, and this would include both the CCA

[*Translation*]

faire une certaine rotation dans les services, parce qu'ils ne peuvent pas faire confiance aux gens. Ainsi, ils envoient du courant dans un secteur de la ville pour des périodes de trois heures et demie, réorientent la charge de pointe associée à la capacité de ces lignes, et permettant aux gens de remplir leur baignoire d'eau ou d'avoir assez de chaleur pour faire quelque chose ou préparer quelque chose à manger pour les 22 prochaines heures. Il s'agit d'un cycle planifié de rationnement de l'énergie.

D'autres, qui sont je crois de plus en plus nombreux, ont déjà, en tant que consommateurs des systèmes de secours dont ils sont très fiers et dont ils font mention dans leurs discussions au club de bridge local bien que vous savez, il se peut que ce soit la première fois de leur vie qu'ils aient entassés deux cordes de bois dans leur cave. Ils peuvent, comme je l'ai vu au cours des dernières semaines à l'Île-du-Prince-Édouard à l'occasion d'une panne, utiliser trois foyers dans la maison et faire la cuisine sur l'un d'eux. Je viens juste de vivre une telle situation pendant une semaine.

M. MacBain: Vous reconnaîtrez quand même que les gros immeubles d'appartements en ville n'ont pas de foyer.

M. Miller: C'est fort possible.

M. MacBain: Merci, monsieur le président. Je suis désolé d'avoir été si long.

Le président suppléant (M. Gurbin): Merci, monsieur MacBain. Nous avons été très heureux aussi d'obtenir des éclaircissements sur certaines anomalies écologiques qui se produisent dans la région de Niagara. Nous donnons maintenant la parole à M. Corbett.

M. Corbett: Merci, monsieur le président. Si j'ai bien compris, M. Miller, vous êtes un architecte indépendant.

M. Miller: Oui.

M. Corbett: Et vous êtes le vice-président de l'IRAC. A titre de vice-président de l'IRAC, jusqu'à quel point avez-vous eu des rapports avec l'ACC à propos de cette question précise de la conservation de l'énergie et des méthodes de construction?

M. Miller: Je ne ferai qu'un seul commentaire et ensuite, sans doute, M. Elliott pourra-t-il compléter. On peut dire qu'il y a quelque huit ou dix organismes reliés aux divers secteurs de l'industrie du bâtiment; je dirais que, depuis les trois dernières années, les discussions entre ces divers organismes sur les problèmes énergétiques et les différentes approches en la matière sont devenues presque régulières. En effet, nous échangeons des communications, organisons des séminaires, des projets d'éducation permanente et des démonstrations. Je dirais que nos intérêts globaux ont fait que des organisations comme l'IRAC et l'ACC sont peut-être plus que jamais d'accord sur les questions en matière de construction, à l'exception peut-être de la dénonciation générale, par tous, des accords entre le gouvernement fédéral, le client et l'architecte. Robbins.

M. Robbins Elliott (Directeur exécutif, Institut royale d'architecture du Canada): L'organe par l'intermèdiaire duquel nous avons eu des contacts récemment je crois, et cela inclut

[*Texte*]

and the RAIC and other bodies such as the engineers, was through the Construction Industry Development Council which is an umbrella body related to Industry, Trade and Commerce which draws in as you probably know expertise from the construction industry, both in the contractor, designer, and supply side. We had a meeting back in July convened by the CIDC where we compared notes in regard to energy conservation. We try to keep all the elements within the construction industry informed. We cannot say that we work as closely with the contractors as we do with our brother professionals in engineering and specifications and quality surveying. When we produced the handbook, basically it was a multidisciplinary approach which did not involve the contractors except we let them know we were doing the job so that they would be not unaware of it.

Mr. Corbett: Perhaps this is not a fair question in the time frame I am going to suggest, sixty seconds or less, what do you feel that your role as an architect is?

Mr. Miller: I think our role, without sounding hokey, is actually being the stewards of Canada's built environment. It is fair to say traditionally we may have had a larger single role in the direction and administration of that whole process, but certainly the profession is now becoming more an integral part of a design team with the complications associated with modern building; and to a certain extent, although architects do a rather minor share of the total number of building permits issued in Canada in any one year, they still perceive as professionals that they are the professional stewards for the public of insuring that that design is good, pleasant and safe.

Mr. Corbett: In that context then, where do you perceive the people who actually perform the work, the members of the CCA, to fit in the spectrum of things from your vantage point?

Mr. Miller: They are the organized professional group in Canada who provide direction on the one hand to the design profession associated with appropriate Canadian building technology and design and, on the other hand, to the client, construction and development sector in terms of the advancement of an efficient Canadian construction industry that is both cost effective and managed as an industry in the most efficient way possible.

• 1625

Mr. Corbett: You see, Mr. Miller, it concerns me that in your statement on page 5, in the last paragraph, you say:

> To an architect, the client is an important motivating force.

—which is understandable enough, because they are, of course, the people who are paying your way. But it is the contractor who is actually building the building he is putting the pieces together, erecting the structure. When you indi-

[*Traduction*]

autant l'ACC et l'IRAC que d'autres professions comme les ingénieurs, a été le Construction Industry Development Council, qui est un organisme-parapluie associé au ministère de l'Industrie et du Commerce et qui attire, comme vous le savez probablement, des spécialistes de l'industrie de la construction, tant chez les entrepreneurs et les concepteurs que du côté des fournisseurs. Nous avons eu, en juillet dernier, une réunion convoquée par le CIDC, au cours de laquelle nous avons échangé des idées en ce qui a trait à la conservation de l'énergie. Nous tentons de tenir informés tous les secteurs de l'industrie de la construction. Nous ne pouvons affirmer travailler en aussi étroite collaboration avec les entrepreneurs que nous le faisons avec nos confrères en ingénierie et en matière de devis et de contrôle de qualité. Lorsque nous avons rédigé le manuel, l'approche adoptée était fondamentalement multidisciplinaire mais les entrepreneurs n'ont pas été pressentis. Nous les avons cependant avisés que nous faisons ce travail, pour qu'ils soient au courant de nos activités.

M. Corbett: Peut-être ne pourrez-vous pas répondre à ma question dans le temps que je suis prêt à vous accorder, c'est-à-dire soixante secondes ou moins, mais j'aimerais savoir comment vous concevez votre rôle d'architecte.

M. Miller: Je crois que notre rôle est en fait de servir le milieu urbain au Canada. Il est possible que, traditionnellement, nous ayons eu un rôle plus important dans la direction et l'administration de l'ensemble du processus, mais il ne fait pas de doute que la profession devient actuellement davantage partie intégrale d'une équipe de conception qui doit faire face aux complications associées au secteur moderne du bâtiment; dans une certaine mesure, bien que les architectes n'exécutent qu'une part plutôt mineure du nombre total de permis de construire délivrés au Canada chaque année, ils perçoivent encore leur rôle à titre de professionnels comme étant de servir le public, de l'assurer qu'une conception architecturale est bonne, agréable et sûre.

M. Corbett: Dans ce contexte, alors, comment les gens qui effectuent réellement le travail, les membres de l'ACC, entrent-ils dans le jeu de votre point de vue?

M. Miller: Ils constituent le groupe professionel organisé qui, au Canada, donne des directives d'une part au concepteur, en matière de technologie et de conception appropriées dans le domaine du bâtiment au Canada, et d'autre part, au client, ainsi qu'au secteur de la construction et du développement, en fonction de l'avancement d'une industrie canadienne de la construction efficace, à la fois rentable et administrée de manière efficiente, comme une industrie.

M. Corbett: Voyez-vous, monsieur Miller, ce que vous avez dit au dernier paragraphe de la page 5:

> Pour un architecte, le client est une motivation importante.

m'intéresse beaucoup car ce sont eux, les clients, qui vous paient. Mais c'est l'entrepreneur qui construit réellement l'immeuble, il met les pièces ensemble, érigeant ainsi toute la structure. Lorsque vous dites, à moins que je me trompe, que

[*Text*]

cate—unless I misinterpreted it—that liaison between the RAIC and the CCA is a bit of an off-again on-again sort of circumstance, then I wonder if the industry is not missing out because of that on-again off-again relationship. It would occur to me that the practical knowledge of the contractors, who are involved in the construction of these buildings, would be extremely important to you so that your organization could present the most cost-effective measures, which are a vital segment of the whole process. It seems to me that it would be extremely important that you include those people at every stage of your studies.

Mr. Miller: Agreed. Probably where the typical Canadian architect, as a member of the RAIC, meets the typical Canadian contractor, who is a member of the CCA, is in a construction shack arguing about how you do something and how we priced it. He pulls out his sheets and shows how much that particular element costs and then sits down and tells the client—in front of you: I do not know what this fellow told you, but my costs for doing this in your building, because I have never done it before and it is a strange-looking design and I costed it on that basis, suggest to me that what he has told you has a 10-year payback, if he really knew what part of my construction tender it took to put that in, actually has a 20-year payback.

I think the one-on-one consultation should never occur that late. In many instances, it does, and I think you have hit one point right on the head, which is that the specialization that exists in the whole construction industry right now has specialized us a little bit too far apart. There should be earlier opportunities, in many cases, for the construction industry to respond to an architectural or a mechanical-engineering solution as an energy solution for building prior to its coming out in tender documents and actually being costed, because it is not even economically possible, within the best-buy situation, to renegotiate it down or out effectively at that late stage.

I would suggest, and I think somewhere else in the report it says, that we are all in a learning process. Every architect in Canada is being browbeaten by both his mechanical engineer and the general contractor on the site if, in fact, his experience in the energy-efficient system within the building is not working out in fact. To a certain extent, both the contractor and the architect have been going through a pretty blistering period of adult education since the Arab oil embargo in 1973, because 80 per cent of the architects who are building your buildings in Canada, and probably a larger percentage of the engineers, are pre-1973 graduates, when there was not one course in university on energy-conscious design.

Mr. Corbett: Just on that vein Mr. MacBain has pointed out very accurately, as has our chairman, that conservation has become very apparent to us as a necessary part of our entire energy policy—the future energy policy, at any rate, in this country and most other countries. I would just like your comment on this. A gentleman who appeared before the committee a couple of weeks ago made rather a good presentation for the case that we really are not experiencing, in the

[*Translation*]

la liaison entre l'IRAC et l'ACC est intermittente, je me demande si l'industrie n'en souffre pas. Il me semble que les connaissances pratiques des entrepreneurs concernés par la construction de ces édifices pourraient vous êtres très utiles et permettraient à votre organisation de présenter les mesures les plus rentables, qui sont une partie essentielle du processus global. Il me semble qu'il serait extrêmement important que vous fassiez appel à ces gens à toutes les étapes de vos études.

M. Miller: Je suis d'accord. Lorsque l'architecte canadien type, membre de l'IRAC rencontre l'entrepreneur canadien type membre de l'ACC, c'est probablement dans une barraque de chantier, discutant de la façon de faire telle ou telle chose et de son prix de revient. Il sort des papiers et dit combien coûte tel élément et dit alors au client, devant vous: je ne sais pas ce que cette personne vous a dit, mais pour cet ouvrage, puisque je n'ai jamais fait cela auparavant, et que c'est un plan très spécial, je suppose qu'il vous a dit que le remboursement se ferait en dix ans, mais il ne connaissait pas la part de ma soumission de construction qui entre dans ce travail, et le remboursement prendra en réalité vingt ans.

Je crois que ce genre de consultation ne devrait jamais se faire aussi tard. C'est malheureusement ce qui se produit dans bien des cas, et je crois que vous avez trouvé le nerf, c'est-à-dire que la spécialisation qui existe actuellement dans l'industrie de la construction nous a spécialisé un peu trop loin les uns des autres. Dans bien des cas, il faudrait qu'il y ait des consultations avant la présentation des soumissions et avant l'évaluation de coût de revient définitif, parce que ce n'est pas économiquement possible, même dans les meilleures possibilités d'achat, de renégocier la soumission à une étape ultérieure de la construction.

Je suis d'avis, comme c'est écrit ailleurs dans le rapport, que nous en avons tous à apprendre. Tout architecte canadien dont l'expérience dans les systèmes à faible consommation d'énergie n'a jamais été mise en pratique dans la construction d'immeubles se voit brusqué par l'ingénieur en mécanique et l'entrepreneur général. Et jusqu'à un certain point, nous pouvons dire que les entrepreneurs et les architectes ont dû passer par une dure période «d'éducation aux adultes» depuis l'embargo sur le pétrole de 1973 puisque 80 p. 100 des architectes qui construisent des immeubles au Canada, et probablement un pourcentage plus élevé d'ingénieurs ont fini leurs classes avant 1973 alors qu'il n'y avait aucun cours universitaire sur la conception axée sur l'économie de l'énergie.

M. Corbett: Dans le même esprit, M. MacBain nous a très bien fait remarquer, tout comme notre président, que la conservation est devenue pour nous une partie essentielle de notre politique énergétique—la politique énergétique à venir, en tous cas dans le pays et dans la plupart des autres pays. Je voudrais seulement exprimer mon opinion à ce sujet. Une personne qui a comparu devant le comité il y a quelques semaines nous a dit que le monde fait actuellement face à une crise du pétrole et

[*Texte*]

world, an energy crisis but rather an oil crisis. Would you care to comment on that?

• 1630

Mr. Miller: I would have to agree with him. There are certain members of our profession, certainly, who welcome "the oil crisis" as the catalyst for an attitudinal change towards—well, depending whom you talk to—western decadence or real waste. We have been on an energy binge and we have been using up our grandchildren's legacy at an alarming rate. We have been,—like the Americans still are—totally dependent when they go to bed at night on their own technology, believing that when they pick up the paper in the morning, someone will have solved it all with something that fits in a cigarette box.

We do not know that that is going to happen. But I think that we are in an oil crisis—certainly Canada is only in an oil crisis. When we look at the broad range of our regional resources that could be tapped in other areas, we are in an oil crisis. It is a great opportunity since we have a chance to show some real attitudinal change, through the oil crisis, that, if we are going to do long-term planning to maintain Canada's economic stability and competitiveness, maybe we should not even whisper that too loudly. We should take advantage of the crisis—not overblow it—but certainly begin to plan for a longer term future under the pretext of "oil crisis."

Mr. Corbett: Yes, which leads me to my next question.

The Acting Chairman (Mr. Gurbin): Your last question, if you do not mind, Mr. Corbett, for this round.

Mr. Corbett: All right. I am going to give you a doubleheader in that case, because I do not expect there is going to be another opportunity for me, at any rate.

On page 7 you are alluding to:

> . . . the spate of energy supply advertising mounted by the federal government in recent weeks. To tell Canadians that no energy problem exists now, or will exist in future, is counter productive and confusing.

Certainly, in the context of the way that it is stated there, most people would have to agree with you. But if we are, in fact, talking about an oil crisis rather than an energy crisis, do you really think that the government should be even alluding to a little white lie, that perhaps the whole thing is all in one barrel—that we have got an energy crisis, when really we have not got an energy crisis? It is an oil crisis, we all know that but we want to be cost competitive in the future, so probably we should try to keep our cost down and not tell the Canadian public what the truth really is. If that is the case, or if that is not the case, I would like to know whom you are referring to on page 4, when you say in your fourth paragraph:

> The quality of the environment and energy conservation are not incompatible, despite arguments to this effect by

[*Traduction*]

non à une crise énergétique. Voudriez-vous nous donner votre avis à ce sujet?

M. Miller: Je dois admettre que je suis d'accord avec lui. Il y a certains membres de notre profession qui accueillent cette «crise du pétrole» comme un événement qui provoquera un changement d'attitude vis-à-vis—tout dépend à qui vous vous adressez—de la décadence de l'Occident ou du gaspillage généralisé. Nous avons fait une consommation abusive d'énergie et nous avons dilapidé l'héritage de nos petits-enfants à un rythme alarmant. Nous aussi, nous avons fait comme les Américains font encore aujourd'hui: le soir, ils vont se coucher, dépendant complètement de leur technologie, croyant que le lendemain matin, à leur réveil, quelqu'un aura trouvé la solution à tous leurs problèmes.

Nous ne savons pas si cela se produira ou non. Mais je crois que nous sommes dans une période de crise du pétrole: le Canada, du moins, ne fait que traverser une crise du pétrole et non une crise énergétique. Lorsque nous jetons un coup d'œil à toutes nos ressources régionales que nous pourrions utiliser dans les autres domaines, il n'est pas question d'autre chose qu'une crise du pétrole. Cela nous donne la possibilité de changer notre attitude, si nous devons planifier longtemps à l'avance pour maintenir la stabilité économique et le pouvoir de concurrence du Canada, nous de devrions pas le crier sur tous les toits. Nous devrions tirer profit de cette crise, et non en faire une montagne; nous devrions commencer à planifier à plus long terme en tenant compte de la «crise du pétrole».

M. Corbett: Oui, ce qui m'amène à ma prochaine question.

Le président suppléant (M. Gurbin): Votre dernière question pour cette période, si vous permettez M. Corbett.

M. Corbett: D'accord. Elle sera en deux parties dans ce cas, car je ne crois pas que j'aurai la possibilité de reprendre la parole.

A la page 7, vous faites allusion:

> . . . au torrent de publicité sur l'approvisionnement en énergie déversé par le gouvernement fédéral au cours des dernières semaines. Dire aux Canadiens qu'il n'y a aucun problème énergétique ou qu'il n'y en aura pas dans le futur est anti-productif et déroutant.

De la façon dont c'est présenté, la plupart des gens doivent être d'accord avec vous. Mais si nous parlons d'une crise du pétrole plutôt que d'une crise énergétique, croyez-vous réellement que le gouvernement puisse se permettre un petit mensonge pieux, que peut-être tout se tient que nous traversons actuellement une crise énergétique, alors qu'il s'agit pas réellement d'une crise énergétique? C'est une crise du pétrole, tout le monde le sait, mais nous voulons pouvoir supporter la concurrence, nous devons donc maintenir les coûts le plus bas possible et ne pas dire la vérité au public canadien. Que ce soit le cas ou non, je me demande à qui vous faites allusion à la page 4 lorsque vous

> La qualité de l'environnement et la conservation de l'énergie ne sont pas incompatibles malgré ce qu'en disent les

[*Text*]

private interests who would like to see environmental control standards lowered.

I would like to know who those private interests are?

Mr. Miller: Where is that?

Mr. Corbett: Page 4.

Mr. Miller: Well, I think to a certain extent that a lot of people in Canada feel the root of that message, on TV, in terms of the first question, for a lot of other reasons than just, whether they believe or do not believe the press about energy sources and the years we have left, and what type.

• 1635

In many areas of Canada, the energy crisis is probably potentially reaching the level of importance that the constitutional crisis is over here in the next room, that the energy crisis, if you want to call it a crisis, is now becoming a constitutional crisis. So, to some extent, they see the energy crisis as being a crisis that is required by determined policy and planning that affects all Canadians and holds us together. I think in other cases, the energy crisis may still be a crisis if we just do an accounting of what we feel are our existing and probable inventories for the next 20 years, because that certainly is going to make a strange Canada and I say that because I feel that there is, perhaps, a crisis of equality there and I would suggest that if energy policies cannot be developed that are regionally sympathetic and, to a certain extent, uniform in their application and price impact, then a lot of other federal programs will not work. DREE might as well go home, because if the energy per unit cost to build a widget in Prince Edward Island is 25 cents more than it is 25 miles outside the James Bay hydro electric project, no amount of DREE incentive is going to produce the industry or the jobs in Prince Edward Island, it will go to James Bay and all of it will go there. And, to a certain extent, anything that Manpower and Immigration trys to do as an immigration policy will not work either because Canada will develop purely along competitive, cheap, geographical energy lines.

So, I would suggest, that the energy crisis pervades more than just the discussion of whether we will be cut off tomorrow. I think the ad says that we have what it takes. In reserves, in corporation statements, in our government's projection, in our inventory analysis, and in our over-all energy consumption budgets as a Canadian population, we do, from an accounting standpoint, have what it takes. If we apply what the accountant is using, we will destroy Canada in the process without some equality and intervention in national energy policy. Now, that is a statement that goes beyond the area I see. I think you can probably tell that there was enough emotion there that there is a little bit of me in that. But, I tend to think, in answer to the first part of your question, that perhaps from an accouting standpoint we do, for one or two generational periods, have what it takes. If we extract it and apply it over the

[*Translation*]

entreprises privées qui aimeraient que soient abaissées les normes relatives au contrôle de l'environnement.

Je voudrais savoir qui sont ces entreprises privées.

M. Miller: Où est-ce?

M. Corbett: A la page 4.

M. Miller: Eh bien, je crois qu'en ce qui a trait à la première question, un grand nombre de personnes au Canada ont senti ce message à la télévision, et pour bien d'autres raisons que seulement de croire ou non ce que dit la presse au sujet des sources énergétiques, du nombre d'années que représentent les réserves et de quel genre de réserve il s'agit.

Dans bien des endroits au Canada, la crise de l'énergie atteint presque le niveau d'importance de la crise constitutionnelle dans la pièce voisine, c'est-à-dire que la crise de l'énergie, si vous voulez l'appeler ainsi, est en train de devenir une crise constitutionnelle. Ainsi, et jusqu'à un certain point, bien des Canadiens considèrent la crise de l'énergie comme une crise essentielle à une politique et une planification bien déterminées touchant tous les Canadiens et les gardant unis. Je crois que, dans d'autres cas, la crise de l'énergie demeure une crise si nous faisons l'inventaire de nos ressources existantes et éventuelles pour les vingt prochaines années, car celles-ci feront du Canada un drôle de pays et je dis cela parce que je crois qu'il y a probablement une crise au niveau de l'égalité et je suis d'avis que, si on ne peut pas élaborer des politiques énergétiques régionalement équitables et, jusqu'à un certain point, uniformes dans leur application et leurs répercussions économiques, un grand nombre d'autres programmes fédéraux ne donneront rien. Le MEER ferait aussi bien de reonocer car, si le coût unitaire de l'énergie de la construction d'un machin à l'Ile-du-Prince-Édouard est de 25 cents supérieur à ce qu'il coûterait 25 milles à l'extérieur du projet hydroélectrique de la baie James, le MEER ne réussira jamais à inciter l'industrie à s'implanter à l'Ile-de-Prince-Édouard et à y créer des emplois, elle ira plutôt s'établir à la baie James. Et jusqu'à un certain point, tout ce qu'essaie Main-d'œuvre et Immigration en tant que politique d'immigration ne fonctionnera pas parce que le Canada fait ses projets pour les régions qui se trouvent le long des linges d'approvisionnement en électricité bon marché.

Je crois donc que la crise de l'énergie est plus qu'une simple question à savoir si on aura du courant demain ou non. Je crois que la publicité du gouvernement dit que nous avons ce qu'il faut. Dans nos réserves, dans les bilans des compagnies, dans les projections du gouvernement, dans nos analyses des inventaires, et dans nos budgets de consommation globale d'énergie en tant que population du Canada nous avons en effet, et du point de vue comptable, ce qu'il faut. Si nous appliquons les mêmes règles que le comptable, nous détruirons le Canada si nous n'y introduisons pas une certaine dose d'égalité et d'intervention en matière de politique énergétique nationale. C'est là une affirmation qui dépasse le cadre de mes visées. Je crois que vous vous serez aperçu que je me suis laissé emporter par mes sentiments. Mais pour répondre à la première partie de votre question, tout porte à croire que, du point vue comptable, nous

[*Texte*]

board without some type of planning which is deliberate and not wasteful we will be in trouble.

The other part on page 4:

> The quality of the environment and energy conservation are not incompatible, despite arguments to this effect by private interests who would like to see environmental control standards lowered.

• 1640

I think there is an attempt, and this is my experience to that statement, by industries and utilities in Canada at the moment to indicate that for a number of other reasons the economy of their business is so close to the loss margin that any consideration by government, prompted by any long-haired "environmentalists," suggesting that they have some regional or corporate responsibility in terms of energy use and environmental control of their plant or their utility, would be the straw that would push them over the brink into bankruptcy. In other countries in the world that has been shown to be, in fact, not the case when the regulations were applied and although there was initial screaming, certainly the countries have been the better for not listening to that tune.

I saw some plants a couple of years ago in Germany which had virtually wiped out a couple of down-river villages with environmental pollution. They said that they could not clean it up because if they did, they would no longer be competitive with the Belgians. The government just went in and said, we are not going to regulate you, all we are going to tell you is that all the intake water for your plant is going to be taken out 500 feet downstream from your outflow pipe, so you solve your own problem. In 10 weeks' time they had their own problem solved and they are still just as competitive or more so with their market people than they were before.

Certainly the issue is related to coal and acid rain now. You read about this in the press just about every day. The public does not know what to believe because scientists across Canada and the United States are saying that the technology already exists in electronic stack scrubbers to put the entire plant capacity as fresh air right through your livingroom without a notice or a hint of any sort of stack pollution. That technology already exists. So perhaps the prospect of coal generation—and there are people who are against it—has not been completely thought out, in terms of whether you have the capability or not of doing it and still not creating environmental degradation.

Mr. Corbett: Thank you.

The Acting Chairman (Mr. Gurbin): Mr. Portelance, please.

Thank you very much, Mr. Corbett. Mr. Portelance.

M. Portelance: Merci, monsieur le président.

Je pourrais adresser ma question à M^me^ Demers ou à M. Miller, peu importe. Je trouve curieux que dans votre document, monsieur Miller, vous disiez qu'en l'an 2000, 80 p. 100 des immeubles existant actuellement feront partie de tous les

[*Traduction*]

avons tout ce qu'il faut, du moins pour une ou deux générations encore. Toutefois, sans planification délibérée et conservatrice, alors nous aurons des problèmes.

L'autre partie, à la page 4:

> La qualité de l'environnement et la conservation de l'énergie ne sont pas incompatibles malgré cle qu'en disent les entreprises privées qui aimeraient que soient abaissées les normes relatives au contrôle de l'environnement.

D'après mon expérience dans ce domaine, je crois que les industries et les compagnies de services publics canadiennes essaient actuellement de faire voir que, pour un certain nombre d'autres raisons, l'économie de leur entreprise est tellement près du déficit que toute décision du gouvernement entraînée par des «écologistes chevelus» leur conférant une certaine responsabilité régionale ou corporative relativement à l'utilisation de l'énergie et à la protection de l'environnement de leur usine ou de leurs installations constituerait la goutte qui fait déborder le vase, les acculant à la faillite. Ce n'a cependant pas été le cas dans les autres pays où des mesures de réglementation ont été appliquées et ces pays s'en sont trouvés beaucoup mieux malgré les cris outrés dont ils n'ont heureusement pas tenu compte.

Il y a quelques années, j'ai vu en Allemagne certaines usines dont la pollution a virtuellement fait disparaître quelques villages en aval. Les responsables de ces usines ont dit qu'ils ne pouvaient pas nettoyer les dégâts parce qu'ils ne seraient plus compétitifs avec les Belges. Le gouvernement est intervenu et leur a dit qu'il ne prendrait aucune mesure de réglementation mais tout simplement que les usines devraient s'approvisionner en eau 500 pieds en aval de leur exutoire, les obligeant ainsi à résoudre leurs propres problèmes, ce qu'elles firent en seulement 10 semaines et elles ne s'en trouvèrent pas moins concurrentielles pour autant.

Cette question se rapporte certainement au charbon et aux pluies acides maintenant. La presse traite de ce sujet presque quotidiennement. Le public ne sait que croire car les hommes de science du Canada et des États-Unis disent que nous avons tout ce qu'il faut avec les épurateurs électroniques de gaz de cheminées pour nettoyer toute cette fumée et éliminer toute pollution atmosphérique. Cette technique existe déjà. C'est peut-être que la prespective de la production d'électricité à partir du charbon, et il y a bien des gens qui sont contre, n'a pas été étudiée à fond à savoir si on peut le faire sans détériorer l'environnement.

M. Corbett: Merci.

Le président suppléant (M. Gurbin): M. Portelance, s'il vous plaît.

Merci beaucoup M. Corbett. M. Portelance.

Mr. Portelance: Thank you, Mr. Chairman.

I could ask my question to Mrs. Demers or Mr. Miller, it does not matter who. It seems to me very strange that you say in your document, Mr. Miller, that by the year 2000, 80 per cent of all the existing buildings will still be there, which

[*Text*]

bâtiments au Canada, ce qui veut dire que 20 p. 100 environ seront bâtis d'ici ce temps-là. Il est certain que pour ces 20 p. 100, vous aurez eu à apporter des corrections. Cependant, ce sont tout de même des architectes qui ont vu à la construction de tous ces bâtiments que l'on utilise présentement. Comment se fait-il qu'un groupe aussi important que le vôtre n'ait pas pu envisager cette crise à laquelle nous avons à faire face présentement? Si je comprends bien, vous voulez assumer vous-mêmes un rôle important dans la correction de ces erreurs du passé. Est-ce que votre groupe est indispensable pour ceci ou si vous croyez qu'on peut se passer de vos recommandations et s'adresser à un autre groupe pour corriger la situation?

Mlle Demers: Eh bien, les architectes ou l'industrie de la construction ont toujours eu un rôle à jouer dans la construction d'édifices. On a maintenant des édifices dont le design fait défaut et on est donc responsable en partie de la crise énergétique. Nous sommes donc à même d'apporter les correctifs. Nous avons quand même la capacité professionnelle de construire des édifices, de coordonner la construction de ces édifices-là, mais notre profession veut s'orienter aussi d'une façon pluridisciplinaire pour inclure évidemment d'autres spécialistes qui travaillent dans le domaine de l'énergie et de l'environnement. Vous parlez des 80 p. 100 d'édifices qui vont demeurer en l'an 2000; parmi ceux-là certains ont été contruits, mais notre action ne se limite pas aux 20 p. 100 à construire. L'action que nous avons à faire a trait aussi aux 80 p. 100 des édifices qui existent; il faut les restaurer, les arranger de façon à ce qu'ils rencontrent les critères de conservation énergétique.

• 1645

M. Portelance: Oui, mais l'édifice lui-même est en place, on le voit, il est là. Ici, il y en a un. Pour la conservation, on ne veut pas le rebâtir. Je comprends qu'il y a peut-être des changements à apporter aux systèmes de chauffage et tout cela.

Mlle Demers: Il y a aussi l'amélioration de l'isolation.

M. Portelance: Il faut ajouter ce qui a été oublié à l'époque.

Mlle Demers: Voilà.

M. Portelance: Je vois que prochainement, en 1981, vous aurez établi un bureau de recherche. J'ai ici un document, justement, qui nous parle des plans à long terme du Conseil national de recherches du Canada et on voit que la Division des recherches en bâtiments du CNRC s'occupe activement de la préparation d'un code normalisé pour les économies d'énergie dans les édifices et poursuit un programme exhaustif d'essais en vue de favoriser les économies d'énergie dans les bâtiments et la construction. Les ressources engagées actuellement se chiffrent à 28 millions de dollars. Est-ce que votre groupe a été présenté pour faire partie de ce groupe de chercheurs du gouvernement?

Mlle Demers: Je vais céder la parole à M. Miller pour ceci.

Mr. Miller: Yes, we have been contacted over the recent past, particularly since the issuance of the 1975 National Building Code. There has virtually been a standing committee

[*Translation*]

means that the remaining 20 per cent will be constructed in the meantime. It is certain that you will have to apply some corrections for these 20 per cent. However, the architects are the ones that have been responsible for the construction of the 80 per cent that we use now. How come then that such an important group as yours has not been able to foresee the crisis we have to cope with now? If I understand properly, you want to play yourself an important role in the correction of these errors. Is your group essential for that, or do you think we can do without you and ask another group to improve the situation?

Miss Demers: Well, the architects or the construction industry have always played an important role in the construction of buildings. We now have some buildings of which the design is wrong, we are thus responsible, in part, for the energy crisis. So we are in a position to make the necessary corrections. For all that, we have the professional capacity to build, coordinate the construction of these buildings, but our profession also wants to become multidisciplinary so as to have with us other specialists who work in the field of energy and environment. Speaking of the 80 per cent of the buildings that will still be there in the year 2000, our action does not end with the construction of the remaining 20 per cent, we have to renovate many of the old buildings, modify them so that they can meet the standards of energy conservation.

Mr. Portelance: Yes, but the building itself already exists, we can see one right here. For the purposes of conservation, we do not want to rebuild it. I know that there is certainly place for some changes in the heating systems and all that.

Miss Demers: The insulation can also be improved.

Mr. Portelance: We must add to that what has been forgotten at the time of construction.

Miss Demers: There you are.

Mr. Portelance: I see that you will soon, in 1981, have a research office. I have here a document on the long term plans of the National Research Council of Canada and we can see that the Division of Building Research of the NRCC actively is working on the development of a standardized code for energy savings in the buildings and is conducting complete program of tests in order to facilitate energy conservation in buildings and in the construction. The resources presently involved amount to $28 million. Has your group been asked to join this government research group?

Miss Demers: I will ask Mr. Miller to answer on that subject.

M. Miller: Oui, on nous a contacté dernièrement, surtout depuis la parution du Code national du bâtiment de 1975. Il y a une sorte de comité permanent d'architectes et d'ingénieurs

[*Texte*]

of architects and engineers working with officials of CMHC and the National Research Council associated with code improvements or commentary on existing code.

I think it is fair to say that that has been a very productive liaison, and I think the federal government certainly recognizes that the majority of the elements of the construction industry—architects, engineers and contractors—certainly have seen the National Building Code as one of the base requirements for attacking the value of new buildings in Canada. And, certainly, the architectural profession, really suggested the consideration and has shown support all the way along for the National Research Council and Central Mortgage and Housing Corporation in its consideration of the development of energy regulations to be appended to that code.

I would say the one distinction that we have made in those discussions is that the architectural profession is hoping that when those code requirements come forward—and we think, in light of our energy futures, it is worth while that they come forward quickly and be adopted by provinces and municipalities across Canada—that perhaps those code appendages could be in the form of energy performance requirements rather than a prescriptive type of codes. In other words, the design professions feel that the elements of an energy code are necessary, but they would like to see them written in such a way that it says to the design professions: The building should perform this way. We would anticipate that the level of insulation would be sufficient in order that the building perform this way, or that the level of passive solar gain, on certain orientations, should perform this way—rather than saying, verily, verily, I say unto you, you must have 6.12 inches, or the equivalent millimetres, of insulation in the north and west wall, and a very definitive set of rules, which the design professions feel, to a certain extent, would be difficult to operate within. The authors have found, in 15 years of authoring the National Building Code, how difficult it is within one book to make representations for every different type of building in Canada. Although it has been an exceptional guideline, when and if performance criteria are introduced into that code, in a wholesale way, we would like to see it done on the basis that the performance of future buildings in Canada be outlined, rather than a specific prescription as to how it be done.

• 1650

Mr. Portelance: I agree with you that you may leave the option to the constructors to arrive at the same goal, maybe by a different road. But if they do not . . . Let us say that this code does not insist on so many inches of insulation, and the end result is that there is no improvement; who would be responsible for the ineffective building? Should there be a clause there too, to say, do it the way you want to do it but if, at the end, there is no improvement, you are responsible. That should also be in.

Mr. Miller: Yes, in fact, government is asking both the construction industry and the design professions, at the

[*Traduction*]

qui collabore avec des représentants de la SCHL et du Conseil national de recherches du Canada relativement aux améliorations à apporter au code ou aux commentaires à faire sur le code actuel.

Je crois qu'il serait juste de dire que cette liaison a été très productive et je crois que le gouvernement fédéral reconnaît certainement que la majorité des éléments de l'industrie de la construction, c'est-à-dire les architectes, les ingénieurs et les entrepreneurs, considèrent le code national du bâtiment comme outil essentiel pour critiquer la valeur des nouveaux édifices au Canada. Les architectes ont certainement soutenu les efforts du Conseil national de recherches et de la Société canadienne d'hypothèques et de logement visant à l'établissement de règlements sur l'énergie devant être annexés au code.

Il faut dire que la seule distinction qu'espèrent les architectes lorsque les exigences du code seront formulées, et nous croyons que, dans la situation énergétique actuelle, il serait préférable qu'elles soient formulées et adoptées le plus vite possible par les provinces et les municipalités du Canada, c'est que ces annexes au code du bâtiment soient sous la forme d'exigences relatives au rendement énergétique plutôt que sous la forme d'un code normatif. Autrement dit, les professionnels de la conception des bâtiments croient que les éléments d'un code de l'énergie sont nécessaires, mais ils aimeraient que ces éléments soient formulés en termes d'efficacité des immeubles. Nous prévoyons que l'isolation devrait être suffisante pour que l'édifice donne tel rendement, ou que le degré de gain solaire passif, ou certaines orientations, doit être tel, plutôt que de dire: En vérité, je vous le dis, vous devez avoir 6.12 pouces d'isolation, ou l'équivalent en millimètres, dans les murs nord et ouest, et une série de règles très précises avec lesquelles les architectes croient qu'il serait difficile de travailler. En 15 ans, les auteurs du Code national du bâtiment au Canada ont trouvé qu'il était très difficile de représenter tous les types de constructions au Canada dans un seul livre. Bien que le code ait été un guide exceptionnel, nous aimerions que, si des critères de rendement énergétique y sont introduits, ils soient formulés en termes de rendement des futurs édifices au Canada plutôt que en termes de prescription spécifique sur la façon dont cela doit être fait.

M. Portelance: Je suis d'accord avec vous. Nous devons laisser libre cours aux constructeurs pour arriver à ces résultats. Mais s'ils n'y arrivent pas . . . si ce code n'insiste pas sur le nombre de pouces d'isolation, et que le résultat final n'apporte aucune amélioration, qui est responsable de l'inefficacité de l'édifice dans un pareil cas? Doit-il y avoir une clause stipulant que quelle que soit la façon dont vous vous y prenez, il doit y avoir amélioration?

M. Miller: Oui. En fait, le gouvernement pose actuellement cette question à l'industrie de la construction et aux profession-

[*Text*]

moment, that very question. It is almost going to relate to contract law. If a client, particularly a developer client, comes to you and says: "I have chosen you because you have told me that you know how to do an energy-efficient design; I want your design team to design me a building that has four and a half kilowatts per square foot per year, and it must have that, because my accountant tells me it cannot have any more"; then, to a certain extent . . .

Mr. Portelance: So, it would be in the contract, that responsibility.

Mr. Miller: That is right. We are discussing now where the liability lies. If you pick up that promise and run with it, where does the professional liability lie to ensure that that in fact does happen? But we are reaching that point where people who want to build buildings across Canada are saying, if I hire you, will you guarantee that the results of your design, and the care that you take in assisting the contractor to manage and build that building, will result in an energy budget that is no greater than this figure? And are you willing to rebate a portion of your fees if it does not happen?

Mr. Portelance: In your booklet that we received—I have the French copy here—you mentioned that . . .

> un programme public d'information sur l'importance de la conservation de l'énergie en tant que solution de rechange soit préparé et mis en œuvre.

Déjà, vous avez parlé d'un programme que vous ne semblez pas accepter. Par ailleurs, l'information étant assez coûteuse, avez-vous l'intention de la faire sur une base régionale plutôt que nationale? Parce que les problèmes qu'ils ont à l'Île-du-Prince-Édouard ou au Nouveau-Brunswick peuvent être différents de ceux qu'on peut connaître dans l'Ouest canadien ou dans le centre du pays? Avez-vous des recommandations précises à faire sur cette question?

• 1655

Mr. Miller: I feel that the solution that will be embraced or the solutions for energy conservation and energy supply use that will be utilized in Canada is a regional solution and, to that extent, I feel the architectural profession feels as well as the construction industry that we should be building new buildings in a region where the natural resources of that region are able to put that building in place. In other words, if the components of that building have to be introduced from some foreign source, then perhaps you have failed already. I think the same holds true with regard to the energy source.

If an area in Canada is stumped in terms of having some easily available or controlled cost source for energy supply, then there should be a regional determination by both federal and provincial and regional policy as to the most effective energy source available and programs of public education, demonstration, grants, tax rebates, whatever, as outlined in here, should be related to that solution.

Mr. Portelance: To that region?

[*Translation*]

nels de la conception. Cela dépend presque du droit contractuel. Si un client, et surtout un promoteur immobilier, vous dit: «Je vous ai choisi parce que vous m'avez dit savoir comment faire les plans d'un édifice à faible consommation d'énergie. Je veux que votre équipe me dessine un édifice qui ne consomme que quatre kilowatts et demi au pied carré par année et pas plus, car mon comptable me dit qu'il ne peut en avoir plus.» Alors, jusqu'à un certain point . . .

M. Portelance: Cette responsabilité figurerait donc dans le contrat.

M. Miller: C'est exact. Nous étudions actuellement cette question de responsabilité. Si vous acceptez le défi qui est responsable du résultat? Nous arrivons au moment où les constructeurs canadiens disent: «Si je vous emploie, me garantissez-vous que vos plans et votre assistance apportée à l'entrepreneur pour gérer et construire cet édifice résulteront en un budget énergétique qui ne dépassera pas ce chiffre? Et êtes-vous prêt à payer à même vos honoraires la différence qu'il pourrait y avoir?

M. Portelance: Dans votre brochure que nous avons reçue, et dont j'ai un exemplaire français devant moi, vous mentionnez que . . .

> that a public information program on the importance of energy conservation as an alternative must be prepared and implemented.

You have already spoken about a program that you do not seem to accept. Futhermore, the information being fairly expensive, do you intend to do it on a regional basis rather than on a national basis? Because the problems they have in Prince Edward Island and in New Brunswick are likely to be different from those encountered in Western Canada or Center Canada. Do you have specific recommandations to make on that question?

M. Miller: Je crois que la solution qui sera adoptée ou les solutions relatives à la conservation de l'énergie et à l'utilisation des approvisionnements en énergie au Canada seront régionales et, à cet égard, je crois que les architectes et l'industrie de la construction estiment que nous devrions construire les nouvaux édifices à proximité des ressources naturelles nécessaires à la construction. Autrement dit, si les éléments entrant dans la construction d'un édifice doivent être importés d'une autre région, c'est probablement déjà un échec. Je crois qu'il en va de même pour l'approvisionnement en énergie.

Si une région au Canada n'a pas de source énergétique facilement disponible ou dont le prix n'est pas contrôlé, les gouvernements fédéral, provincial et régional doivent alors élaborer une politique régionale déterminant l'énergie la plus adéquate, mettre au point des programmes d'information publique et de démonstration, offrir des subventions, des réductions d'impôts, etc., comme nous en faisons mention dans la présente brochure, s'appliquant à cette solution.

M. Portelance: Pour cete région?

[*Texte*]

Mr. Miller: Yes. I could really sympathize in a national energy program in the off oil provisions associated with making one national statement. I know what happened the next week when so many premiers wrote in and said: Does off oil in my province mean off oil to nuclear? Does it mean off oil to electrical? What is it off oil to? There are so many different potential sources in the different regions that it almost has to be a regional solution.

Mr. Portelance: And also would advertise it in different ads in different regions if it comes from the federal?

Mr. Miller: I cannot understate that enough. That would elven help our profession. Certainly, the client who walks in my door and says that the wants to build an office building which will have a 35-year amortization period and that he wants to have 15 per cent return on his equity a year, one of the biggest things that can mess that up is an uncontrolled energy budget. Now, Mr. Architect, you tell me what sort of energy system you are going to put in my building to ensure that I am happy with you for the next 35 years. We say, if Marc Lalonde does not know, or if Premiers Buchanan, Hatfield and MacLean do not know, the architectural profession do not know iether, sir.

Mr. Portelance: Thank you, Mr. Chairman.

The Acting Chairman (Mr. Gurbin): Some very good questions, Mr. Portelance.

Did any of the committee members, Mr. MacBain or anyone else, have any additional questions they would like to ask before we pass to our research staff? Mr. Corbett, did you have anything further?

Mr. Corbett: No, I would like to hear Mr. Clay.

The Acting Chairman (Mr. Gurbin): Mr. Clay.

Mr. Dean N. Clay (Chief, Science and Technology Division, Library of Parliament): Thank you, Mr. Chairman. Before posing some general questions, I would like to just briefly comment on a couple of aspects of your earlier submission to the committee.

While one can I think agree with most of the sentiments you have expressed in it, there are two short discussions that really cause a lot of the heartburn that this committee faces, and one of those is on page 2 where it starts out:

> There are two routes that are advocated as ways out of the energy crisis.

The next paragraph goes on to discuss the technological advocates and so on and then the third paragraph says:

> Those supporting the opposite point of view . . .

We have heard a great deal of this approach to the discussion where people say there is my way and there is your way of approaching the energy situation and my way is right and your

[*Traduction*]

M. Miller: Oui. Je ne pourais que me rallier à un programme énergétique national visant le remplacement du pétrole comme source énergétique annoncé par le ministre de l'énergie. Je sais ce qui est arrivé la semaine suivante lorsque tant de premiers ministres ont écrit pour demander: «Est-ce que le remplacement du pétrole dans ma province signifie qu'il faut se tourner vers le nucléaire? Est-ce que cela signifie qu'il faut remplacer le pétrole par l'électricité? Par quoi faut-il remplacer le pétrole?» Il y a tellement de sources différentes dans les diverses régions du Canada qu'il faut presque que ce soit une solution régionale.

M. Portelance: Et il faudrait l'annoncer dans les différentes régions si cela vient du fédéral?

M. Miller: Je ne pourrai jamais le dire assez. Cela aiderait même notre profession. Certainement, le client qui vient me voir et me dit qu'il veut avoir un immeuble de bureaux d'une période d'amortissement de 35 ans et qu'il veut que son fonds propre lui rapporte 15 p. 100 par année, ce qui peut le plus tout flanquer en l'air, c'est un budget énergétique incontrôlé. Dites-moi maintenant, monsieur l'architecte, quelle sorte de système énergétique vous allez installer dans mon immeuble pour que je sois content de vous durant les 35 prochaines années. Nous pouvons lui répondre que, si Marc Lalonde ne le sait pas, ou que si les premiers ministres Buchanan, Hatfield et MacLean ne le savent pas, les architectes ne le savent pas non plus.

M. Portelance: Merci, monsieur le président.

Le président suppléant (M. Gurbin): De très bonnes questions, monsieur Portelance.

D'autres membres du comité, M. MacBain ou quelqu'un d'autre ont-ils d'autres questions à poser avant de passer à notre personnel de recherche? Monsieur Corbett, avez-vous quelque chose à ajouter?

M. Corbett: Non. J'aimerais entendre ce que M. Clay a à dire.

Le président suppléant (M. Gurbin): Monsieur Clay.

M. Dean N. Clay (Chef, Division des sciences et de la technologie, Bibliothèque du Parlement): Merci, monsieur le président. Avant de poser certaines questions d'ordre général, j'aimerais juste formuler quelques brefs commentaires sur deux ou trois aspects de votre mémoire antérieur présenté devant le comité.

Bien que l'on puisse, je crois, être d'accord avec la majorité des opinions que vous avez exprimées dans ce mémoire, il y a deux passages qui donnent beaucoup de fil à retordre au comité; l'un d'eux se trouve à la page 2 et commence comme suit:

> Il y a deux solutions qui sont préconisées pour sortir de la crise de l'énergie.

Le paragraphe suivant traite des appuis techniques de cette hypothèse, etc. Et ensuite, le troisième paragraphe stipule:

> Ceux qui appuient l'autre point de vue . . .

Nous avons beaucoup entendu parler de cette façon d'étudier un problème où quelqu'un dit: il y a ma façon et il y a votre façon; ma façon est la bonne et la vôtre est fausse.

[*Text*]

way is wrong. I wish it were more generally recognized that there is no nice, simple route out of the situation as this sort of discussion suggests but, in fact, a very complex route which is partially trial and error that certainly is going to involve both elements of what you would call the "soft path" and elements of what we still call "hard technology" for as long as any of us is going to be alive. We really are going to have a hybrid energy system that incorporates a lot of different approaches.

• 1700

So my first comment is that that type of approach to the problem is very disturbing, because it tends to make the public think there are nice, easy, well-perceived routes to follow in solving our problems. There are not. And that certainly has been brought home to the committee. We would like to see broader recognition that the situation is nowhere like it is portrayed on page 2 of your submission.

The other part of the discussion which is disturbing is the short description on pages 37 and 38 of the soft energy path. First of all, on page 37, where it says:

> In the hard path there is presumption that the more energy we use the better off we are.

I am sure there are some people who advocate certain types of hard technology, who would certainly not agree with that statement.

On the next page it says:

> The soft path is a great deal cheaper in capital costs and also quicker.

Even David Brooks, who is perhaps our most influential advocate of the soft energy path in Canada, would not go to that extreme and did not in his appearance before us. He pointed out that the soft energy path in some cases is more expensive but, when you combine it with conservation, you tend to get a lower cost. The soft path in many cases is also going to be substantially longer because of certain types of technology. Notwithstanding the fact that you may be exploiting something like solar energy or geothermal energy or whatever, in fact, it still requires certain types of technical development that set back major contributions from some of these sources until, perhaps, significantly into the next century.

So I think, while I have a lot of sympathy for most of the remarks you make in your brief, in those two areas I think it is very misleading and I wish it had been worded differently.

Mr. Miller: Just in response to the last point, I think it is regrettable that the last sentence on page 38 has only six words in it. I think the profession recognizes that the rest of the page could have had qualifications. I think it should have been related more, too, in terms of localized instances where the immediacy of solutions in some cases related to other technologies is quicker for the same relative effect. And there are other conditions as well.

Mr. Clay: Yes.

[*Translation*]

J'aimerais que l'on reconnaisse une fois pour toutes qu'il n'y a pas de solution toute simple de se sortir de la situation actuelle mais qu'il y a en fait une solution très complexe, partiellement empirique, qui comprend certainement les éléments de ce que vous pourriez appeler «l'approche douce» et ceux de ce qu'on appelle encore «la technologie dure» et ce sera ainsi aussi longtemps que nous vivrons. Nous allons réellement avoir un système énergétique hybride qui comporte de nombreuses approches différentes.

Je remarque en premier lieu que cette façon d'aborder le problème est très inquétante parce qu'elle tend à faire croire au public qu'il existe des moyens élégants, faciles et connus de résoudre nos problèmes. Il n'y en a pas, et ce fait a certainement été démontré au comité. Nous aimerions que l'on reconnaisse l'écart qui existe entre la situation réelle et celle qui est décrite dans votre présentation.

L'autre partie du débat jugée inquiétante est la courte description d'un cheminement énergétique non classique aux pages 37 et 38. D'abord à la page 37, il est dit:

> Le cheminement classique suppose que le bien-être augmente avec la quantité d'énergie utilisée.

Je suis sûr qu'il y a des tenants de certains types de technologie classique qui ne seraient sûrement pas d'accord avec cette déclaration.

A la page suivante, il est dit:

> Le cheminement non classique est beaucoup plus économique en coûts de capitaux et plus rapide.

Même David Brooks, qui est peut-être le défenseur le plus influent du cheminement énergétique non classique au Canada, n'a pas adopté cette position extrême, pas plus qu'il ne l'a fait lorsqu'il a témoigné devant nous. Il a souligné que le cheminement énergétique non classique était plus onéreux dans certains cas, mais, lorsqu'il est combiné avec les économies d'énergie, les coûts tendent à baisser. Le cheminement non classique exige souvent beaucoup plus de temps en raison de certains types de technologie. Même si l'on exploite des sources d'énergie solaire, géothermique ou autre, il demeure que la mise au point technologique nécessaire retarde toute contribution importante de certaines de ces sources jusqu'à, peut-être, bien après le début du prochain siècle.

Conséquemment, quoique je comprenne fort bien la plupart des remarques que vous faites dans votre mémoire, je crois, en ce qui concerne ces deux sujets, qu'il risque d'y avoir fausse interprétation, et j'aurais aimé qu'ils soient formulés autrement.

M. Miller: Pour répondre au dernier point soulevé, je crois qu'il est regrettable que la dernière phrase de la page 38 ne comporte que six mots. A mon sens, la profession reconnaît que le reste de la page aurait pu être plus fouillé. Je crois qu'il aurait fallu y traiter de cas précis où des solutions immédiates utilisant d'autres technologies produisent des effets semblables plus rapidement. Et il existe d'autres conditions également.

M. Clay: Oui.

[*Texte*]

Mr. Miller: So, on your last point, I think it is regrettable. The soft path certainly is a determined, religious, time-consuming and, in some cases, frustrating approach to take as a solution.

Mr. Clay: I think what we have discovered is there is no easy route, no matter which way you go.

Now I come to some of my more general remarks. To some extent you are describing, really, a renaissance in both the building industry and the architectural profession. I am wondering to what extent your hopes for this change in attitude and construction are going to be hampered by such things as inertia in building trades, by building codes themselves, by consumer resistance, that sort of thing. Do you see any quick or even any reasonable approach to the sorts of things you are describing here, or is it going to be a long, rather painful process?

Mr. Miller: In relationship to attitude, I think it is going to be relatively short. In relationship to the revision of codes and standards, I think it is going to be protracted. But I think the thing that excites the construction, engineering and architectural profession in Canada right now is that no issue has come along which will affect what the built environment in the year 2000 looks like more than the energy issue. I think more will be done to advance design and building technology with the combination of high costs, high competitiveness and energy consciousness than just about anything else that has affected the buildings that you now have standing in your communities.

Mr. Clay: So what you are saying is that the past characterization of the building industry as being one of the slowest to change in Canada is likely to become invalid; that it will be forced to respond much more quickly than it has in the past?

• 1705

Mr. Miller: Yes, I think it will.

Mr. Clay: Do you believe that today's architect is being trained to do the sorts of things you are advocating or has the educational side of the process still some catching up to do?

Mr. Miller: As a national architectural profession we have to watch what sort of manifestos we create for the schools that are producing our future architects. Certainly I would suggest that there is a deliberate interest by graduate architects right across Canada at this time, not only as employers, but I think even more than that—perhaps just general professional concern in terms of credibility that the schools are behind and that they are going to have to do more because of the importance of the issue. I think architects almost virtually lost their role in building technology in some areas across Canada a number of years ago with the rise of the developer—who was going to be the team leader.

I think this issue has a similar magnitude of problem in that there are enough competitive elements in the building industry in Canada, as a building team, that if the architectural profes-

[*Traduction*]

M. Miller: Donc, en ce qui concerne votre dernier point, je trouve que c'est regrettable. Ce cheminement non classique constitue certainement une démarche déterminée, religieuse, accaparante et, dans certains cas, frustrante, pour en arriver à une solution.

M. Clay: Je crois que nous avons découvert qu'il n'existe pas de solution facile, quel que soit le chemin emprunté.

Maintenant, j'en arrive à certaines de mes remarques plus générales. En réalité, vous décrivez, dans une certaine mesure, une renaissance de l'industrie de la construction et de l'architecture. Je me demande jusqu'à quel point vos espoirs concernant ces changements dans les attitudes et la construction vont être déçus par l'inertie des métiers de la construction, les codes du bâtiment, la résistance des consommateurs et ainsi de suite. Entrevoyez-vous une démarche rapide ou même simplement raisonnable pour ce que vous décrivez ici, ou prévoyez-vous un processus long et plutôt douloureux?

M. Miller: En ce qui concerne l'attitude, je crois que le processus sera relativement court. Quant à la révision des codes et des normes, je crois que l'évolution sera très longue. Ce qui passionne le plus les gens dans les métiers de la construction, du génie et de l'architecture au Canada aujourd'hui, c'est, à mon avis, que, jusqu'à présent, aucun problème n'influera davantage sur le milieu de la construction en l'an 2000 que celui de l'énergie. Je crois que la conception et la technologie de la construction progressera plus avant sous l'effet conjugué des coûts élevés, de la concurrence intense et de la conscience énergétique qu'à peu près tout ce qui a pu toucher les immeubles qui s'élèvent présentement dans vos localités.

M. Clay: Vous dites donc que la description de l'industrie de la construction comme l'une des plus lentes à évoluer au Canada deviendra probablement caduque, et que ce milieu sera forcé de réagir beaucoup plus rapidement que par le passé?

M. Miller: Oui, je crois qu'il le sera.

M. Clay: Êtes-vous d'avis que l'architecte d'aujourd'hui est formé pour exécuter ce que vous proposez ou est-ce que l'aspect éducation du processus est encore un peu en retard?

M. Miller: En tant que membres d'une profession nationale, les architectes doivent surveiller les types de manifestes qu'ils établissent pour les écoles qui produisent les futurs architectes. Certainement, j'incline à croire que, partout au Canada aujourd'hui, les diplômés en architecture se préoccupent vivement, non seulement en tant qu'employeurs, mais encore plus, je crois, au point de vue professionnel en termes de crédibilité, du retard des écoles dans ce secteur et du besoin de faire plus en raison de l'importance du problème. Je crois que les architectes ont presque complètement perdu leur rôle au sein de la technologie de la construction dans quelques régions du Canada, il y a un certain nombre d'années, avec l'apparition de l'aménageur foncier comme chef d'équipe.

Je crois que le problème a une certaine ampleur, car s'il y a suffisamment d'éléments concurrentiels dans l'industrie de la construction au Canada, qui forment une équipe dans ce

[*Text*]

sion; and certainly its upcoming graduates, do not have a good grounding in the principles of energy-conscious design, they could be left in the dust. The profession is worried about that; to a certain extent to be fair to the schools, they are worried about it, but there is a lag. We are hoping that as part of the general academic requirements for young architectural graduates in Canada, henceforth, that they will come down the steps of the university with the principles and the basic grounding, in order, to be able to either analyse an existing building, in order to make improvements to that building for future energy efficiency, or understand the elements that are required from a clean sheet of paper to design a new building that has an energy budget at least 50 per cent less than the buildings that we built during the seventies.

Mr. Clay: But there will still be presumably some lag in this process of graduating architects who are well trained in these basic principles, so it is an evolutionary type of process.

Mr. Miller: Yes. Both in building rehab and retrofit, and energy-conscious design, there is an obvious lag.

Mr. Clay: It has also been stated to us that much good design in building conservation, and in some of the new energy systems in homes such as heat pumps and solar systems, can be subverted by poor workmanship. To what extent do you feel this if going to be a serious problem in achieving what you are proposing?

Mr. Miller: It is a very serious problem and a difficult one to manage. You can write in the requirements in the documents for a building, to ensure that the person bidding on that project fully understands the extent of care and attention that is to be taken to the elements in the building that are going to produce the energy savings. To a certain extent, the construction industry in Canada has responded quickly enough with some experience in the field, and with unit costs and time studies, to be able to relatively accurately, in most cases, perceive what the cost of doing that in the construction of the building is going to be. But the one failing, short of being on the job site, on a nine-to-five basis with the builder every day, is the translation of what you are trying to do to the people who are actually building the building. I think every architect in Canada is wrestling with that right now, because people even do it inadvertently. If there is water above the vapour barrier, the gyprocker slices the vapour barrier to get the dampness out. He is not too sure why that piece of plastic had to go around that entire room like a cocoon in the first place, and he does not understand the importance of that to the energy control or air infiltration protection you are trying to provide in the design. Our profession gets stuck. The mechanical engineers and the architects have probably, as we discussed here earlier, already made by long-hand computerized calculation and a lot of serious thought, a representation of how efficient that building is going to be. All those calculations were done from drawings and specifications, and when the building does not perform that way in reality with the energy

[*Translation*]

milieu, et si les architectes et certainement les futurs diplômés ne possèdent pas une solide formation dans la conception détermiée par des principes énergétiques, les membres de la profession pourraient être laissés sur le carreau. Ceux-ci s'inquiètent à ce sujet; pour être juste à l'égard des écoles, il faut dire que ces dernières se préoccupent également du problème malgré un certain retard. Nous espérons qu'à partir de maintenant, les jeunes diplômés en architecture au Canada devront posséder obligatoirement, parmi leurs connaissances générales au sortir de l'université, les principes et la formation de base leur permettant d'analyser les constructions existantes afin de les rendre efficace du point de vue énergétique, ou comprendre les éléments nécessaires à la conception, à partir d'une page blanche, d'un nouvel immeuble dont les dépenses énergétiques soient d'au moins 50 p. 100 inférieures aux constructions érigées pendant les années 1970.

M. Clay: Mais il y aura probablement un certain retard dans le processus de formation d'architectes versés dans ces principes. Il s'agit donc d'une forme d'évolution.

M. Miller: Oui. Il y a un retard certain dans le réaménagement des immeubles et dans la conception énergétiquement efficace.

M. Clay: Il nous a également été déclaré que les avantages d'une bonne conception, sur le plan des économies d'énergie dans les immeubles et des nouveaux systèmes énergétiques domestiques comme les pompes thermiques et les systèmes solaires, peuvent être annulés par des vices de construction. Dans quelle mesure, à votre avis, ce problème entravera-t-il ce que vous proposez?

M. Miller: C'est un problème très grave et difficile à régler. On peut rédiger les exigences dans les documents d'une construction de façon que le soumissionnaire comprenne parfaitement le soin et l'attention qui doivent être apportés aux éléments de l'immeuble qui serviront à économiser l'énergie. Dans une certaine mesure, l'industrie de la construction au Canada a réagi assez rapidement en prenant une certaine expérience sur le terrain et en rédigeant des études de temps et de coûts unitaires afin de pouvoir prévoir de façon relative et précise, dans la plupart des cas, le coût d'installations particulières pendant la construction d'un immeuble. Mais le hic, à moins d'être sur le chantier avec le constructeur tous les jours de 9 heures à 17 heures, c'est de faire comprendre ce qu'on tente de faire à ceux qui construisent réellement l'immeuble. Je crois que tous les architectes au Canada se débattent contre cette difficulté actuellement, car les gens n'y prennent pas garde. S'il y a de l'eau au-dessus du pare-vapeur, le poseur de placoplâtre entaille le placoplâtre pour en éliminer l'humidité. Il ne sait pas trop pourquoi une enveloppe de plastique a été étendue, en premier lieu, tout autour de la pièce comme un cocon, et il n'en comprend pas l'importance pour le réglage énergétique ou la protection contre l'infiltration de l'air qu'on essaie d'intégrer dans la conception. Notre profession est coincée. Les ingénieurs en mécanique et les architectes se sont probablement, comme nous en avons parlé ici antérieurement, déjà fait au moyen de calculs informatisés et de réflexions approfondies, une image de l'efficacité future de l'immeuble. Tous ces calculs ont été effectués à partir de dessins et de

[*Texte*]

budgets, and the owner is slamming them on top of your desk a year after the building is open, it is easy to say that the trades did not understand how to put the building together. But that is not the solution to the problem, and there is a serious problem there.

• 1710

Mr. Clay: No, one very seldom hears it mentioned in discussions of building design and construction and conservation standards. It relates to an earlier point you made, where you said that you would like to see our building code evolve towards a more performance-oriented, as opposed to a prescriptive, formulation. But if we are having trouble even today monitoring the construction of buildings on a prescriptive code, surely if we have a performance-oriented code that problem is going to be compounded. If you add the problems of monitoring to the standards of workmanship that seem to characterize some of our construction in Canada, one can see that, in fact, while we may have something that looks very nice in theory, our actual achievements in energy conservation may be substantially less than our expenditure in time and money would suggest.

Mr. Miller: I think a solution to that is also related in the study, in that it is very seldom, if ever, that you can take a client for a building on an adventure towards a new building unless he clearly understands that he has a payback period for *x* number of elements in the building, but he has a higher initial capital cost. Certainly, one of those initial capital cost items that would be higher is the interest in ensuring that he is getting what he paid for, and that is going to require that building owners consider more directed project management, or a daily inspection. In the majority of buildings that are being built in Canada today, the architectural or the engineering profession is hired for what is called casual inspection, and the majority of that inspection is associated with the progress of the contractor in order to adjudicate his construction advance claims.

Mr. Clay: It is one thing to suggest that for a major structure, it is quite another to see how we do that with the typical house. I do not know how often a municipality, for example, sends around a building inspector to monitor home construction, I am sure it is not very frequently.

Mr. Miller: No, that is very true.

Mr. Clay: It implies a substantially larger cost in monitoring if, in fact, these new design features are going to be successfully incorporated in new homes.

Mr. Miller: That is true, although I have noticed that in certain regions in Canada builders who were in a competitive market have now risen to the surface and are busier than they could ever have imagineed on the basis of proven performance. What they have done, in fact, has been that they have collected the energy budgets from the completed houses they did and let the owners of those houses speak for them. They have managed, in a very slick Madison Avenue way, to show that

[*Traduction*]

spécifications, et quand les dépenses énergétiques de l'immeuble ne correspondent pas aux prévisions et que le propriétaire jette les chiffres sur votre bureau une année après l'ouverture, il est facile de blâmer les corps de métier qui n'ont pas su s'y prendre. Ce n'est cependant pas une solution au problème, qui est grave en l'occurrence.

M. Clay: Non, il n'en est pas souvent question, lors de discussions sur la conception, la construction et les normes de conservation des immeubles. Ce sujet rejoint un point que vous avez déjà abordé concernant votre espoir de voir le code du bâtiment s'orienter vers le rendement plutôt que vers une formation prescrite. Mais si nous éprouvons des difficultés aujourd'hui à simplement surveiller la construction d'immeubles d'après un code prescritif, les problèmes seront d'autant plus grands si le code est orienté vers le rendement. Et si nous ajoutons les problèmes de surveillance aux normes d'exécution du travail qui semblent caractériser une certaine partie de la construction au Canada, il est facile de constater que, même si nous avons une belle réalisation en théorie, les résultats en matière de conservation de l'énergie pourraient être considérablement inférieurs à ce que le laissaient croire nos dépenses de temps et d'argent.

M. Miller: Je crois que l'étude offre une solution au problème. Il est très rare de pouvoir amener un client en quête d'un immeuble à adopter un mode inédit de construction, à moins qu'il ne comprenne clairement que les éléments de l'immeuble seront rentables sur une certaine période, même si le coût initial en capital est plus élevé. Sûrement, un des facteurs de cette hausse est l'intérêt pour s'assurer qu'il obtient ce pourquoi il a payé. Cette mesure exige que les propriétaires d'immeubles envisagent une gestion plus dirigée du projet ou une inspection journalière. Dans le cas de la plupart des immeubles construits au Canada aujourd'hui, les services d'architectes et d'ingénieurs sont retenus pour une inspection dite superficielle, et la majeure partie de cette dernière est consacrée à une évaluation de l'avancement des travaux de l'entrepreneur afin de juger sa demande d'avance.

M. Clay: Proposer ce processus pour un immeuble de dimensions respectables est une chose, mais l'appliquer à une maison typique en est une tout autre. J'ignore la fréquence à laquelle une municipalité, par exemple, envoie un inspecteur du bâtiment surveiller la construction d'une maison. Je suis sûr que c'est plutôt rare.

M. Miller: C'est très vrai.

M. Clay: L'incorporation adéquate de nouveaux éléments lors de la construction de maisons entraînera des coûts de surveillance beaucoup plus élevés.

M. Miller: C'est vrai. Cependant, j'ai remarqué que, dans certaines régions du Canada, des entrepreneurs évoluant dans un marché très concurrentiel ont maintenant fait surface et ont plus de travail qu'ils ne l'auraient jamais imaginé à la lumière de leur rendement. Ils ont en fait consigné les dépenses énergétiques de maisons qu'ils ont terminées et ont laissé les propriétaires parler pour eux. Ils ont réussi, de façon très habile, à montrer qu'ils sont des entrepreneurs efficaces du point de vue

[*Text*]

they are energy-efficient builders, and in many areas of Canada they are right now, without advertising, gathering in all the work. So, I think there are tactics that can be applied to solve some of it.

Mr. Clay: All right. I will pose two more questions, a bit more quickly. It has been suggested to us by another witness that Canada could be making much more use of underground construction for building space. Does your association have any views on that?

• 1715

Mr. Miller: I do not think as an association we do. I think individual practitioners probably will shortly come out with an in-house list of things they would never do again, associated with semi-underground or underground construction. Many of the theories and much of the testing have been done south of the Carolinas or the California-Colorado-New Mexico-Georgia-sourthern New England strip It does not exactly work, in many cases, in areas over the 45-degree latitude with the sort of water conditions, water table, freeze-thaw cycle and other aspects that we have to contend with in the Canadian climate. There is an interest by Canadian architects in seeing research done that is specific to Canada, associated with the benefits of that type of construction.

Mr. Clay: So it is hard to translate the American experience into Canada then.

Mr. Miller: It is impossible.

Mr. Clay: We have to do it by trial and error ourselves, really.

Mr. Miller: Yes.

Mr. Clay: All right. My last question relates to a small subdivision we saw outside Charlottetown when the committee was travelling through Atlantic Canada. I guess there were about half a dozen homes in that subdivision that incorporated energy-conservation features—passive solar heating, and so on. The one thing we noticed was that homes were not being sold. What was the reason the public did not respond and purchase those homes more quickly? Have they now been sold or are they still sitting there empty?

Mr. Miller: That is regrettable, I hate to answer that question but I know the reasons. The houses were 1,040 square feet living space on average, they were built under the CMHC-GPM-AHOP program. All the five houses were built for $29,000 or less on a $9,000 lot. In anybody's terms they were exceptional buys except that there were a couple of factors that came together to make it difficult. First, the houses were in a provincial land assembly, and because of provincial government nervousness, it is now more and more being considered as a low income area. The housing stock in that neighbourhood was actually of less long-term or consistent market value, as far as the public were concerned, than the five houses you saw.

[*Translation*]

énergétique, et ils décrochent présentement, dans de nombreux secteurs du Canada, tout le travail sans faire de publicité. Donc, je crois qu'il existe des solutions à ces problèmes.

M. Clay: Très bien. Je poserai encore deux questions, mais un peu plus rapidement. Un autre témoin nous a déclaré que la construction souterraine pourrait être plus importante au Canada. Qu'en pense votre association?

M. Miller: A mon avis, en tant qu'association, nous ne sommes pas d'accord. Je crois qu'individuellement, les praticiens auront bientôt dressé une liste maison de projets de construction souterraine et semi-souterraine que jamais plus ils n'entreprendront. La plupart des théories ont été mises à l'épreuve au sud des Carolines ou dans la bande Californie—Colorado—Nouveau-Mexique—Georgie—sud de la Nouvelle-Angleterre. Les études ont démontré que, dans de nombreux cas, les régions au nord du 45e degré de latitude ne sont pas propices à ce genre de construction à cause des conditions hydrologiques, de la nappe phréatique, du cycle de gel et de dégel et d'autres aspects du climat canadien. Les architectes canadiens s'intéressent à la recherche sur des conditions typiquement canadiennes et reliées aux avantages de ce genre de construction.

M. Clay: Il est donc difficile d'adapter l'expérience américaine au Canada.

M. Miller: C'est impossible.

M. Clay: Nous devons réellement procéder par tâtonnements.

M. Miller: Oui.

M. Clay: Très bien. Ma dernière question touche un petit secteur que nous avons remarqué à l'extérieur de Charlottetown lors du voyage du comité dans le Canada de l'Atlantique. Je crois qu'il y avait là à peu près une demi-douzaine de maisons qui comportaient des éléments d'épargne d'énergie, le chauffage solaire passif et ainsi de suite. Il nous a paru curieux que les maisons ne se vendaient pas. Pour quelle raison le public n'a-t-il pas acheté ces maisons plus rapidement? Sont-elles vendues à l'heure actuelle ou encore vides?

M. Miller: Il m'est pénible de répondre à cette question. Je connais cependant les raisons qui ont causé cette situation. Les maisons offrent 1,040 pieds carrés d'espace habitable en moyenne et on été construites dans le cadre du programme SCHL—GMP—PAAP. Les cinq maisons ont été érigées au coût de $29,000 ou moins chacune sur un lot de $9,000. Ces achats semblaient exceptionnels, mais deux facteurs se sont combinés pour rendre la vente plus difficile. D'abord, les maisons se trouvaient sur des terrains du gouvernement provincial et, en raison de la nervosité de ce dernier, le secteur est de plus en plus considéré comme un secteur à revenus modestes. De l'avis du public, les maisons de cette zone avaient une valeur marchande inférieure à long terme ou moins stable que les cinq maisons que vous avez vues.

[*Texte*]

Second, at the last moment, the producers of those houses decided to back off from the CMHC program and go with conventional mortgages through the Royal Bank, which at the present interest rates put the monthly principal and interest payment well beyond most modest housing consumers in the Charlottetown area.

So I think the reflection there is, of course, that Prince Edward Island has the lowest per capita income in Canada, as a province, and they also have—at least we think, the highest energy cost in Canada for total family energy budget per year from all sources.

It has been said by the real estate agencies, that those houses would have sold for $18,000 to $22,000 more than their asking price if they had been in any other subdivision.

Mr. Clay: Are they still standing empty?

Mr. Miller: No, there were five houses, and three of the five have been sold; the remaining two have been rented with rental agreements allowing monitoring. But the regrettable thing is the three that were sold, I think were sold at $35,000 apiece. In other words, the Institute of Man & Resources in Prince Edward Island took a loss of $3,000 per house in selling them. I find that quite disturbing because I would say the energy budget of all of those houses is probably confidently $350 or less per year—heating and hot water, and that is less than 50 per cent of the Charlottetown average for a house of that size.

Mr. Clay: Thank you very much.

• 1720

The Acting Chairman (Mr. Gurbin): One short question before we leave. The specific thing of an energy audit is something we all are thinking about in terms of some of the recommendations that our committee might have. Maybe this is not a very easy question, or maybe even you are not the right group to be asking it of, but is it realistic and can you consider in an architectural sense some easy way to make an energy audit work so that we can actually measure what is happening with the home? It seems to me that is an integral part, particularly when there are different lifestyles. You know, if you have got three kids and one cat and one dog, how the heck do you tell if somebody is being reasonable as compared to somebody else.

Mr. Miller: You can come pretty close, and you can do it rather quickly. The Saskatoon experience that was mentioned in here of the Saskatoon energy houses is an example. The results of those efforts in terms of monitoring have produced what I understand to be some relatively inexpensive PET computer programs that are related to single-family, detached, residential use. And although they need adjustments in terms of climate data and latitudes and wind regionally, basically weather data, that same computer program I think can be used with regional adaptation right across Canada. It could be the basis for making an energy audit of a house with all of those other factors that you mentioned: lighting heat, appliance

[*Traduction*]

Ensuite, à la dernière minute, les constructeurs de ces maisons ont décidé de se retirer du programme de la SCHL et d'obtenir de la Banque Royale une hypothèque classique qui, étant donné les taux d'intérêts actuels, élève le paiement mensuel, capital et intérêt, bien au-delà du pouvoir d'achat de la plupart des consommateurs de maisons à prix modique de la région de Charlottetown.

Je crois qu'il ne faut pas oublier que l'Île-du-Prince-Édouard est la province où le revenu par habitant est le plus faible au Canada et que c'est également là, du moins nous le croyons, que les dépenses énergétiques pèsent le plus lourd sur le budget annuel total des familles.

Les agences immobilières ont affirmé que ces maisons auraient pu être vendues de $18,000 à $22,000 de plus que le prix demandé si elles avaient été construites ailleurs.

M. Clay: Sont-elles encore inoccupées?

M. Miller: Non. Sur les cinq maisons, trois ont été vendues et les deux autres louées, une entente incluse dans le bail permettant la surveillance continue du rendement. Mais il est regrettable que les trois maisons n'aient été vendues que $35,000 chacune, je crois. En d'autres termes, l'Institut de l'homme et des ressources à l'Île-du-Prince-Édouard a perdu $3,000 par vente. Je trouve cela malheureux, car je crois que les dépenses énergétiques de ces maisons sont probablement de $350 ou moins par année, comprenant le chauffage et l'eau chaude, ce qui représente moins de 50 p. 100 du coût moyen pour une maison de cette grandeur à Charlottetown.

M. Clay: Je vous remercie beaucoup.

Le président suppléant (M. Gurbin): Une brève question avant que nous partions. Certaines recommandations de notre comité pourraient être faites en fonction d'une évaluation énergétique. Ce n'est peut-être pas une question facile, ou bien vous n'êtes pas le groupe idéal auquel il faut la poser, mais ce n'est pas totalement déraisonnable. Est-il possible, du point de vue architectural, de concevoir une évaluation énergétique facile et réalisable afin que nous puissions réellement observer ce qui se passe à l'intérieur du foyer? Il semble que cette mesure fasse partie intégrante du processus, particulièrement lorsqu'il s'agit de styles de vie différents. En effet, si l'on a trois enfants, un chat et un chien, comment diable va-t-on déterminer si quelqu'un est raisonnable comparativement à un autre?

M. Miller: Vous pouvez obtenir assez rapidement une réponse plutôt juste. L'expérience de Saskatoon effectuée à l'aide de maisons énergétiques et décrite ici constitue un exemple. Les résultats de ces efforts de surveillance continue du rendement ont produit des programmes informatiques PET relativement peu dispendieux qui concernent l'occupation de maisons résidentielles unifamiliales simples. Bien qu'il nécessite une adaptation en termes de données sur le climat, la latitude et le vent à l'échelle régionale, c'est-à-dire des données météorologiques, ce même programme informatique peut, je crois, être utilisé dans tout le Canada. Il pourrait servir de base à une évaluation énergétique d'une maison comportant tous les

[*Text*]

heat, body heat, childrens' participation—you know many times a day the door opens and closes and all the rest.

The Acting Chairman (Mr. Gurbin): Yes, it is really a practical thing; that is what I was really getting at. If we were to make the recommendation that we will have houses undergo an energy audit, and then will accommodate different grants or whatever systems of tax relief or whatever would be decided for insulation factors, for conversion factors, is that really a realistic thing to suggest in terms of what we can do today?

Mr. Elliott: Well, I think the committee might find it useful to consult with the Ontario Ministry of Energy on this because that department have made and are making now, as you probably know, quite an exhaustive program of audits at municipal level on a progressive basis in various parts of the province. This has been done in St. Catharines and four or five other municipalities, and I think the findings from this might be very relevant to the committee and particularly to your question.

The Acting Chairman (Mr. Gurbin): On behalf of the committee, I would like to thank the Royal Architectural Institute for coming to us today. Before I adjourn the meeting, could I have a motion to incorporate the presentation into our minutes, please.

Mr. Portelance: I move that the presentation of the Royal Architectural Institute of Canada presented at today's meeting be incorporated in the minutes of today's meeting.

Motion agreed to.

Mr. Miller: Thank you very much Mr. Chairman.

The Acting Chairman (Mr. Gurbin): Thank you. The meeting is now adjourned.

[*Translation*]

autres facteurs que vous avez mentionnés, soit la chaleur dégagée par l'éclairage, les appareils électriques et les corps, ainsi que la collaboration des enfants, par exemple, le nombre de fois qu'une porte s'ouvre et se referme par jour, et tout le reste.

Le président suppléant (M. Gurbin): Oui, c'est vraiment pratique, et c'est ce à quoi je voulais en arriver. Est-il réaliste, compte tenu de nos capacités actuelles, de recommander l'évaluation énergétique d'habitations et d'octroyer par la suite diverses subventions ou de consentir à des systèmes d'allégement fiscal ou autre pour l'isolement et la conversion?

M. Elliott: Je crois que le comité trouverait utile de consulter le ministère ontarien de l'Énergie, car cet organisme, vous le savez probablement, a entrepris comme par le passé un programme complet d'évaluations à l'échelle municipale de façon progressive dans diverses régions de la province. Le programme touche St. Catharines et quatre ou cinq autres municipalités, et je crois que les résultats obtenus pourraient se révéler d'une grande pertinence pour ce comité, et en particulier pour votre question.

Le président suppléant (M. Gurbin): Au nom du comité, je voudrais remercier les représentants de l'Institut royal d'architecture pour être venu ici aujourd'hui. Avant que la séance ne soit levée, pourrais-je avoir une motion demandant l'inclusion de la présentation dans notre compte rendu, s'il vous plaît?

M. Portelance: Je propose que la présentation de l'Institut royal d'architecture du Canada entendue à la réunion d'aujourd'hui soit incluse dans le compte rendu de cette journée.

Proposition acceptée.

M. Miller: Je vous remercie, monsieur le président.

Le président suppléant (M. Gurbin): Merci. La séance est levée.

APPENDIX "AEEA-67"

Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution House of Commons, Ottawa



A Brief Submitted by

The Royal Architectural Institute of Canada

Brief Submitted to the

Special Committee on Alternative Energy

and Oil Substitution

House of Commons, Ottawa

by the

Royal Architectural Institute of Canada

August 15, 1980

I N D E X

1. Introduction - Effective Conservation as a Prime Alternative Energy Source

2. The Stake of the Building Industry and the Architectural Profession in Energy Management

3. The Organization of the Architectural Profession in Canada

4. The Energy Policy and Programme of the Royal Architectural Institute of Canada

5. Energy Conservation Through Building Design

6. "Conservation Deserves the Highest Immediate Priority in Energy Planning"

7. The Soft Energy Path Approach

8. Conservation is the Major Alternative to Imported Oil

9. Three Basic Categories of Conservation

10. The Roadblocks to Productive Conservation

11. The Initiatives Expected of Governments

12. Basic Conclusions and Recommendations

13. Bibliography

Introduction - Effective Conservation as a Prime Alternative Energy Source

As Lester R. Brown, President of World Watch Institute, stated in his new book "The Twenty-Ninth Day", "The evolution and structure of present-day society is intimately linked to the amount and form of energy we use. The technological advances that have permitted the accelerated extraction of the earth's available fuel to serve human needs have affected not only human social evolution but the human relationship to natural systems as well. Over the past generation cheap energy has shaped the global economic system and helped triple the output of goods and services. It may also have raised expectation of material consumption to unrealistic levels."

It is against this backdrop that the energy crisis of the seventies, a crisis of both supply and price, acquires significance. The world is not running out of energy, but it is running out of oil. The five-fold increase in the price of oil during this decade heralds the end of the cheap energy era. It may also signal the end of rapid growth in the consumption of material goods. Coming at a point in history when part of humanity lives in affluence while part cannot satisfy even basic physical needs, the end of cheap energy poses difficult political issues both within and among societies. The amount of energy at our disposal shapes not only the nature of our economic system but our individual lifestyle as well.

There are two routes that are advocated as ways out of the energy crisis. One is a dependence on the technology that has gotten us where we are. The other is a new attitude that relates energy use to the life it supports. These two divergent attitudes express themselves differently at all levels, from the largest scale examination of the problem in its national and international manifestations to the smallest details in its execution.

The technological advocates see the problem as short term, as requiring stop-gap discipline until we can increase our capacity to produce, process and ship conventional types of energy and can develop the means to augment supplies. The greatest hope - and money - is directed toward the fast-breeder nuclear reactor, the gasification of coal, the development of petroleum from oil shale, and the enlargement of the scale of petroleum and gas transporting apparatus.

Those supporting the opposite point of view call for less of a rush into increased supply, a more careful investigation of needs, an accelerated research programme into the use of solar, wind and geothermal forces and a greater efficiency in the use of available resources.

In presenting this brief to the Special Committee on Alternative Sources of Energy the Royal Architectural Institute of Canada supports the case for pursuing every possible means by which

available energy resources can be used more efficiently, particularly in respect to the design and life cycle maintenance of buildings.

The amount of energy that could be saved by energy conservation through building design is approximately equal to that projected to be available from any one of the major domestic energy sources in 1990.

These facts build the case for the energy conservation alternative: an effort, equal to or greater than that now projected for energy development, should be devoted to conserve energy by improved design of buildings, transport and other energy-intensive consumer products. Due to energy waste in conversion and transmission, a Btu saved is worth two Btu produced, or put in other terms, a dollar spent in energy conservation at the building scale could save twice the energy produced by an equivalent investment in power supply and production capacity.

The Stake of the Architectural Profession in Energy Sources and Energy Conservation

About thirty-five per cent of current Canadian energy use is in buildings. Research shows that about 80 per cent of this is used for lighting, heating, cooling and hot water. Further more, the bulk of building energy used comes from expensive, non renewable resources - oil and natural gas. Not surprisingly energy-saving building design has emerged as an issue of national policy. The buildings represent our best opportunity not only to reduce our energy consumption, but to replace oil and natural gas with renewable resources.

To understand the seriousness of our situation, we must have some base for comparison. Twenty-five years ago, when Canada was beginning to satisfy its housing and other building needs, national requirements were satisfied with about one-sixth of the amount of electrical energy we now use and less than half of today's total energy expenditure. Since then our population has increased by about 45%, while our use of electrical energy has increased by 600 per cent and our total consumption by 250 per cent. If there had been a dramatic improvement in the quality of life proportionate to the per capita increase in energy use and if the perspective for the future was for an endless extention of that improvement - assuming endless reserves - there would be no reason to characterize our present condition as a crisis. However, if we discover that

we are only doing things differently and that a good part of our effort merely corrects or offsets the damaging by-products of these processes, then we are truly in a crisis of the gravest sort. It is not unlike a drug addiction that requires higher and higher dosages to offset the bad effects of the previous ones combining with the constantly increasing difficulty of giving up the habit.

Since World War II, our method of building has changed noticeably, as have the materials of building. The mechanical systems have changed drastically, both in response to new formulations of comfort standards and in order to make the buildings built with the new materials and methods tolerable. The one constant, predicatable tendency is that energy use per square foot of building will be greater each year. We now find ourselves faced with the startling fact that our buildings alone consume about twice the electricity that was used twenty-five years ago for all purposes.

In addition to the impact on fuel shortages, this current manner of building results in an unacceptable level of pollution. Moreover, we are faced with imminent shortages in materials ranging from copper to the very plastics that were supposed to replace the natural materials. The dependence on technology to develop new resources for all our needs - power, materials and control systems - has been overoptimistic at best and catastrophic at worst.

Not only is widespread industrialization taking place, but there is also urbanization on an unprecedented scale, with corresponding materials requirements for the new construction and a dependence on energy systems to provide reasonably hygienic and comfortable conditions. These competing demands must certainly by considered in our own evaluations about what the future holds for us as energy users.

The list of warning signals can be extended almost indefinitely and each item has its own revealing ramifications. To understand the perspective, however, they must all be looked at together for they all stem from the same set of interconnected factors. Any attempt to solve only one of the trouble spots by shifting to an alternative method is bound to fail sooner or later. All problem areas are tied to the unrestrained growth projections that have, until recently, been largely unchallenged. We have become accustomed to the idea that we can do anything; that our resources can last forever; that it is simpler to discard something than to keep it in operating order and that it is even desirable to throw it away as a stimulus to the economy; that appearance and aesthetics apply to the surface of a product rather than to the basic purpose served by the product and the means of producing it.

There is a growing realization that our modern buildings do not respond to the functional requirements that we claim are the underlying generators of form. In most commercial buildings it

is difficult to be comfortable in offices that face south and west. It is impossible to introduce outside air into a room on a balmy spring day. Glass areas that originally related to views are now often vestigial symbols with curtains drawn to re-establish privacy. Because of the dependence on mechanicl systems, office buildings have larger and larger interior areas. At the same time, the perimeter spaces are considered more desirable and are reserved for the office of high executives. The materials and finishes as well as the room sizes and ceiling heights of all residential buildings are constantly being down-graded and reduced. We know that the sun strikes each façade of a building at different hours and different angles, changing daily, but we do not build the façades differently. We know how trees can serve as windbreaks and selective sunshields, but they seldom are called upon to serve these purposes. We know something of the dynamics of air movement, and yet our buildings permit windswept terraces and gales through open colonnades. The design elements we work with are too often the visible solutions to previous problems, now used symbolically and divorced from the reasoning that originally produced them.

The result has been a loss of tautness, comprehensibility, and clarity in our built environment. Even those remnants of our heritage that still remind us of the earlier traditions of reasonable and reasoned building are under constant threat of demolition. A return to a design attitude in which each decision

is based on performing necessary work through the use of the most precise and careful means may bring us back to the enjoyment of the spare and lithe.

It is a beguiling prospect. Can it work? Are the savings great enough to warrant the reorientation? If we can achieve these savings, will they have any noticeable impact on our troubled world? Let us look at the facts.

As has already been said, buildings are responsible for more than one-third of the total energy used in Canada. The greater part of this usage is predetermined by architectural decisions. Energy is consumed in the complete process of making and assembling buildings' components, to operate the various systems during the useful life of buildings, in the transportation systems pre-determined by decisions on how buildings are grouped together, and to demolish buildings or to dismantle the shells of buildings that have been destroyed in other ways.

After a building is in operation, its generalized energy use becomes more regular. Each day's pattern would be responsive to the same changing determinants that affect the larger time-scale patterns - low light use after midnight, peak cooling on a hot summer afternoon, an elevator use peak at the end of the working day, and so forth. These would be further modified by the thermal

mass characteristics of the building, delaying or accelerating the building's responses to outside conditions. On a yearly basis, depending on the temperature and climate zone in which the building is located and the skill with which the building functions in that particular zone, peaks will be established that would show the months with greatest energy demand. In any area, there will probably be a winter peak, spring and autumn troughs, and a secondary peak that occurs in July and August. As the building gets older, the line will probably have an upward trend as caulking dries out, weatherstripping fails, the mechanical plant ages and drops in performance efficiency, and the energy going into replacement parts is added to the total internal requirements. Finally, there is a momentary peak as energy is expended in the building's demolition. The curve then returns to zero.

Of all the appliances, artifacts, and objects made to serve our daily needs, a work of architecture is among the longest lived - longer lived than household appliances, vehicles, or the machines for business and manufacture. Where an automobile may last from five to ten years and a television set even less, the life of a modern building may well be more than half a century and that of the infrastructure, the streets, and utilities hundreds of years. You can still go to Italy and travel on the Appian Way, a road that is two thousand years old.

The importance of this, of course, is that today's architectural decision - the openings in a building wall, the width of the building, the orientation - establishes a pattern of energy use that is carried forward for decades. In the automotive industry, if there is a change in taste, legislation, or gasoline availability requiring a shift from 400 to 100 horsepower cars, there can be a virtually complete replacement of the entire stock of automobiles within ten years. If, on the other hand, the same conditions led to doubts about sealed glass buildings, the existing sealed glass buildings would be with us for decades.

If nothing else called for a re-examination of the problems facing architecture, this should. The shape of architecture and the programming of architectural projects come back eventually to the basic question of what mankind's shelter needs are, what means and techniques are available to solve them, and how these inter-relate. In the past, the world was not so reciprocally dependent that an extravagance in one place could immediately be translated into a deprivation in another. Formerly, the shape and materials of building and their abundance or scarcity were largely local or regional matters, and the morphology of shelter accurately reflected the native materials, the tools developed to work them, and the varying institutional groupings that typified the particular culture. These traditional controls have a more limited applicability today. The growth in population and the incredible burgeoning of the urban centres means that building problems are not susceptible

to entirely local and idiosyncratic solutions. The source of materials is world-wide, scarcities are world scarcities, and buildings designed to overuse energy penalize everyone who needs energy for survival. Any architectural critic, architectural instructor, or architect who fails to make the connections and understand their significance may well be heading to an inconsequential future.

Changes in the form of building come slowly. The institutional mechanisms that reinforce the present method of doing things are formidable. They form an interlocked barrier to change made up of building codes, health codes, zoning ordinances, technical handbooks, catalogues of available materials and components, labor union-controlled methods of working, industry associations, standard-setting bodies, architectural and engineering schools, professional registration examining procedures, and examinations, professional societies, writers and critics who have identified themselves with the status quo in building, and, of course, the practitioners who have spent decades telling their clients that the methods they were advocating for building were clearly and eternally right.

The one fact that emerges clearly from investigations of buildings is that the hope for the future lies in the fundamental reversal in our present commitment to the sealed building, with its massive plant for manufacturing the air and delivering it at predetermined temperatures and velocities and its large lighting

apparatus that substitutes a universal switch for selectivity. If these helped cause our problems, their reversal can help solve it.

The concept of the building as a static, ideal object in space will yield to the idea that it is a part of a growing, changing, continuous process. As a result the architect's relationship to it will also change. He or she will no longer be the producer of isolated sculptural entities, defiantly disconnected from their neighbours. The very characteristics that are now singled out for critical commendation will become the attributes that will be thought of as unsympathetic to the harmonious development of the community.

The implications of the conservation alternative are enormously important to the design professions, as well as to the entire building industry; the more so because, as coherent as the arguments for conservation may be, relatively little has been accomplished to implement energy conservation practices compared to the range and magnitude of existing possibilities.

To put the promise of the conservation alternative in a realistic framework, the difficulties of actually carrying out a larger energy conservation programme at the building scale need to be faced.

Building construction is properly considered as an industry; that is, its statistics are reported to government agencies in

recognized categories of the Standard Industrial Classification, and its cohesiveness as an industry can be confirmed by looking at the precision of trade union jurisdictions on a construction job.

However, the building industry is also a complex amalgam of material producers, manufacturers, designers, and assemblers. It includes the mining and lumbering sectors as well as the steel mills, sawmills, aluminum smelters, and cement factories. It includes glass factories, curtain-wall manufacturers, and millwork plants. It includes the electrical and plumbing jobbers, contractors, architects and engineers, building tradesmen, and subcontractors. Its product is an assembly of thousands of parts produced by a wide range of industries and brought to the job-site or to the assembly plant, shaped to fit compatibly with all of its neighbouring products, and finally assembled into a building, no two of which are identical. The number of different skills and procedures that are called into play is enormous. As a result, it is a difficult process to understand; and after one understands it, it can be seen that it is a formidable one to change.

And yet, there are factors that impel us to do exactly that, probably the most important of which is the enormous impact of the building industry. It is responsible for about 10% of the Gross National Product (GNP) with an end value of over 100 billion

dollars annually. The proportion of energy it requires, moreover, is considerably greater than its proportionate share of GNP, primarily because it is a user of large quantities of materials such as steel, aluminum, cement, bricks, and glass, all of which are bulk materials whose manufacture requires large amounts of energy per unit of product. In addition, buildings require more bulk material per dollar of product than almost any other sector of our economy. There may be 10 times the weight of material per dollar in a building than there is in an automobile, and 100 times the weight of material per dollar than there is in an office machine. As a result of this high energy use per unit of product and the large number of units produced annually, even what appears to be a small fraction of the entire industry may be, in itself, an important user of energy.

Improvements in the energy efficiency of major industries would naturally have their effect on the energy embodied in products incorporated in buildings. In fact, there has been a general improvement in the energy used for producing certain basic materials in the last few years (concrete for example), but not of sufficient magnitude to distort the general picture presented by the study. The direct energy use for the industrial process is only a part of the entire embodied energy in a product, which also includes energy in all previous processes and transportation of materials, as well as prorated accounting for plant, equipment, and energy used for administration, management and sales.

Investigations can be made in improving the energy efficiency in the manufacturing process. For example, reports comparing energy use in Sweden and West Germany with Canadian industry indicate surprisingly large margins, suggesting that we can anticipate reducing energy use here. After materials have been efficiently produced, there is also a margin of reduction that can be achieved by using these efficiently produced materials closer to their strength capability. The difference in wood use, for example, in the wood hull of a sailboat in comparison with the wood shell of a vacation house is striking, even though the boat hull is subject to much greater stresses and strains in movement than is its landbound counterpart. Where spaces have been designed for mobility, as in ships, trains, and trailers, both material use and space standards are subject to a more rigorous analysis. One can compare a stairway in an early Nova Scotia house built by a ship's carpenter with the more extravagant space allocations of a house builder today. One can also compare the intensive, and often very efficient, space use in a trailer home designed for mobile vacations with the less efficient space use in tract houses. Or the efficient arrangement for washrooms developed for the Pullman car and air transport in comparison with the space allotments in standard construction. By a selective borrowing from and cross-referencing of decisions among these various space builders, we can expect that there will be a further reduction in the amount of energy necessary to construct the space needs for various activities.

Conclusions

The energy required by the construction industry, which has been referred to speculatively up to now, can be analyzed against a sound data base. While the building of new buildings requires about one-fifth as much energy as is expended in operating buildings on an annual national basis - that is, the energy to operate our entire stock of buildings for a year is five times greater than the energy to build one year's worth of new buildings - the picture is quite different when one looks at the constructional and operational energy of individual buildings. As operational energy becomes more efficient, the ratio of operating energy to capital energy changes. While the proportion varies from building type to building type and from one individual case to the next, nevertheless, as the effort toward efficient energy use in all areas of the nation's activities becomes more necessary, the opportunities for reduced energy use in construction will constitute a worthwhile target. The degree of success in achieving it will result from a complex series of apparently small actions including: selection of the least energy-intensive materials or assemblies to achieve predetermined performance levels; improved methods of construction to reduce on-site energy use; more accurate engineering to determine precise amounts of required material; extended use of worthwhile existing structures to avoid unnecessary new building; improved production methods to reduce embodied energy per unit of material; and greater use of regionally available

materials to reduce unnecessary transportation. It is evident that there is a need to develop additional information and detail in order to achieve maximum savings. Among the important areas for further research are:

- An amplification of the energy per unit of building material accounting and the incorporation of the complete list in an energy estimating handbook and/or computer-based programme.
- Completion of the intermediate steps in the energy flow diagram and translation of the static graphic diagram into a dynamic computer model.
- Expansion of the basic research into other conservation paths which appear potentially fruitful.

The Organization of the Architectural Profession in Canada

The Royal Architectural Institute of Canada, with headquarters in Ottawa, was established in 1908 to be the national architectural society representative of all architectural practitioners in Canada. The Institute is a voluntary membership organization comprising 3,500 members. The Institute maintains a Certification Board, a Board of Practice and a College of Fellows.

At the provincial level ten associations of architects are responsible for the licensing and registration of those seeking to practice architecture.

The Energy Policy and Programme of the Royal Architectural Institue of Canada

Responding in 1974 to dramatic increases in the price of OPEC oil, the RAIC took action to form an Energy Task Force within the building industry directed toward improving energy management efficiency in the building environment. The tangible result of this process was the production in January 1980 of the RAIC Energy Conservation Design Resource Handbook, and the presentation during the current year, from coast to coast, of fourteen Energy Economics and Life Cycle Forecasting seminars, and the organization of an Energy in the Design Process conference/workshop in Toronto on October 17-19, under the joint sponsorship of the Royal Architectural Institute of Canada and the American Institute of Architects.

The energy programme of the RAIC comprises the following objectives:

- To encourage the widest possible use of the Energy Handbook by the architectural and other design professions as well as university students.
- To develop the RAIC Continuing Education programme of workshops and seminars covering such topics as energy economics, environmental comfort, principles and methods of energy-efficient design, solar energy design, energy auditing, and to formally recognize RAIC members' participation in this programme.

- To assist university schools of architecture in developing special energy-related academic curricula by modifying existing architectural programmes to include new courses, workshops, seminars, and special projects.
- To assist the RAIC membership in obtaining reliable enery-related data, energy standards and information exchange with other professions concerned with energy and built environment.
- To identify practical methods for incorporating innovative ideas and technologies into energy-efficient design.

Energy Conservation Through Building Design

Energy Use in Buildings

Before energy can be conserved, the ways in which it is used must be understood. The building structure - walls, windows, roof - and the passive components of the mechanical and electrical systems - ducts, pipes, filters, or lighting fixture louvers - do not directly consume energy, but they do influence the amount that is finally consumed. The primary energy-conversion equipment such as coal, oil or bas burners, and boilers/furances, refrigeration chillers and compressors, motors, and electric lighting fixtures consume energy to supply the building load and to compensate for the distribution load.

The term "building load" refers to the amount of energy in Btu or kilowatts that would be required to maintain desired indoor space conditions and to operate building equipment if the distribution system and energy-conversion equipment were 100% efficient. The "distribution load," or "parasitic" load, is a measure of the energy required to deliver energy from the primary conversion equipment to supply the building load. The efficiency of this energy-conversion equipment ultimately determines the actual amount of energy consumed to supply both loads. (The term "energy-conversion equipment" here is applicable to the means used to convert fuel to heat and/or electricity to power or light.)

Energy usage, then, depends upon two main factors: the magnitude and duration of the loads, and the seasonal efficiency of the primary energy-conversion equipment. Building loads will be reduced if the temperature and relative humidity are changed to levels that are lower in the winter and higher in the summer than previously maintained (except with certain systems which include terminal reheat systems); if heat loss, heat gain, and infiltration through the building envelope are decreased; if ventilation rates are reduced; if domestic hot-water temperature and quantity are reduced; if the level of illumination by electric heating is lowered; and if the number of hours of operation are reduced for such elements as elevators, business machines, and cooking equipment.

The building load must be considered on a seasonal basis rather than for peak conditions only. Although two buildings may have the same heating load for the peak hours, one of them may have a considerably higher load on a seasonal basis than the other, due to the duration of peak or near-peak conditions. The distribution loads will be decreased by reducing the amount of power required for pumps and fans, reducing heat loss or gain from ducts and pipes, and by eliminating steam, water, and air leaks. Distribution loads are often excessive because systems are designed to operate continuously at the maximum capacity required to meet peak building loads, even though these peaks occur for relatively short periods of time (usually less than 5% of the year).

Peak efficiency is usually based on a one-hour performance. A better measure which reflects the average for the entire season is the seasonal efficiency, the ratio of useful work in Btu performed by the equipment over a period of time, to the Btu value of the fuel or electricity consumed by the equipment over the same period.

Reducing building load, then distribution load, and then improving primary conversion-equipment efficiency are most effective when done sequentially, since the latter ones depend upon the magnitude of the preceding ones. The potential for reducing distribution loads depends upon the operating conditions and characteristics of distribution systems.

Changes implemented for a particular purpose often induce secondary effects which also reduce energy usage. For instance, reducing lighting levels and increasing the effectiveness of the lighting system also reduces the cooling load. On the other hand, it increases the heating load (by reducing the numbers of lighting fixtures that contribute heat to the building). Additional heat usually can be supplied more efficiently, and at lower energy cost, by the heating system rather than the lighting system. In large offices, schools, and stores, where the heat from lighting is responsible for a large percentage of the energy which is used for cooling, measures to reduce energy for lighting are doubly important.

Nationwide, the systems that consume the most energy in order of magnitude are: heating and ventilating; lighting; air conditioning (cooling) and ventilating; equipment and process; and domestic hot water. However, depending upon climate, building construction, use and mode of operation, and type, control, and efficiency of mechanical and electrical equipment, the relative order of energy use between the first three systems will change.

The amount of energy required for domestic hot water is significant in hospitals, housing, and athletic or cooking facilities in schools and colleges. In many areas of the country, the amount of energy to heat hot water may exceed the amount of energy required for lighting. In retail stores with high levels of general illumination and display lighting and/or a large number of commercial refrigeration units, electricity consumes the greatest amount of energy.

In climatic zones with mild winters (below 2,500 degree days), the seasonal cooling load may be larger than the seasonal heating load and may consume more energy, depending upon the respective efficiencies of each system.

Analyzing the Energy Conservation Potential

In order to reduce energy consumption in existing commercial buildings, it is essential to analyze seven key variables:

1. The specific factors which cause energy to be used in a building.

2. The extent to which excess energy is being used to provide environmental control (heating, ventilating, cooling, illumination, hot water, and essential services).

3. The opportunities to change the level of environmental control and/or functional use of the building and its operating and maintenance practices to reduce energy consumption.

4. The performance of the mechanical and electrical systems and the potential to reduce energy consumption by modifications to the hardware and controls, or their replacement, as the case may be, with the potential reduction in energy use by doing so.

5. The materials, configuration, and condition of the building envelope (roof, walls, windows, doors), and their influence on energy consumption, and the potential for reducing the building load by modifying the envelopes.

6. The load profile during each 24-hour period to determine the causes and extent of peak electric loads.

7. The options available to use alternative energy sources to reduce both the consumption of fossil fuels and their resulting operating costs.

Energy Cost Accounting

The obvious prerequisite to any analysis of energy in the building sector is to obtain accurate data through energy cost accounting, including indirect environmental and social health and safety costs.

Energy conservation nearly always means increasing the capital cost of building construction, an investment that may be quickly paid back and that can be cost-justified from the standpoint of life-cycle costs, but which nonetheless involves increased first costs. In a marketplace where low cost is the first priority, with durability and reliability a poor second, the improved construction required to achieve life-cycle cost savings may simply not be marketable. The life-cycle approach requires that consumers learn to buy for long-term value. Most investments in building are, in fact, based on a 20- to 30-year mortgage period, but the implicit energy costs over the same period are too often ignored. Nevertheless, consumers run into lending limits for their own investments, which in turn makes them the more conservative in approving publicly financed building projects. Witness, as an example, the typical school building scenario: architect designs building; building comes in over budget; school board refuses to approved budget increase; architect lower cost of construction by eliminating many of the design features, such as insulating glass, that would in effect have been repaid many times over in operating costs over the life of the building. The same merry-go-round occurs in provincial legislatures with year-to-year budgeting, each time

requiring a fight to justify construction funding, a process that too often assures that increased energy conservation investment is not made in publicly funded building. As a result, no one is able to act on the fact that the public interest - not to say the public coffers - is best served by investing now and saving later. In the private sector, the same result occurs, but with "liquidity of cash flow" as the criterion that is used to argue against long-term investments in building construction and plant. Existing tax-write-offs for all energy and operational expenses also act as disincentives to improved building quality.

The point to be made in the face of all of these examples is that there is no mechanism by which to make long-term planning investments in the building sector, given a "lowest first-cost" market mentality and resulting decisions made at the expense of energy economics. Market corrects are needed that will properly credit the ultimate savings in capital that can be achieved by energy conservation investments; in short, mechanisms to support a future planning perspective.

It is essential to examine the relatively modest technical solutions that can be implemented to maintain comfort conditions in buildings, including passive and climate-based design. The method of determining the appropriate technical solution is energy source matched to use; in other words, to properly scale the energy technology, be it by building design or by equipment, to the size and nature of

the energy requirement. The same holds true for service hot water, where in many situations solar collectors can supply the relatively low temperature requirement more economically than any competing energy source.

A second direction of technical innovation is better use of existing resources, including techniques of recycling, renovation, and design of long-life buildings and products. Similarly, increased use of local resources might be encouraged once the energy costs of transportation are reflected in market prices. Examples include the use of locally available adobe in the American southwest, of local wood for plywood in the American southeast (now made possible by the development of improved glues), and the reclamation of sulphur waste for use as the binding agent for structural blocks for buildings. Also included here should be the many "technical fixes" such as fuel economizers; improved use patterns of buildings, including delamping and controlled thermostat setbacks; and other low-cost or no-cost adjustments.

One should group, under the heading of "appropriate technology" grass-roots efforts that combine job training and sweat-equity efforts with modestly scaled building technology in community-based projects, thereby placing technical innovation in a framework of improved environmental and social conditions by the direct participation of those most affected.

Improved Environmental Quality

To contrast the argument of many proponents of technical innovation that social change is completely dependent upon advances in technology, the point that may need to be stressed is that the technology already exists, as do the required expertise, production capacity, and labor force, to put energy conservation into effect. What is needed are programatic social and economic incentives.

Essential to creating the social milieu for conservation investments is improved environmental quality. So that while much of the discussion, of necessity, dwells on "energy efficiency," it is the cultural, aesthetic, and ecological benefits that should ultimately motivate social action toward conservation.

Many innovations are dependent upon financial and legal parameters that now inhibit effective local action, whether related to the investment policy of large utilities, which in turn affects local utility rate structures, or to adverse conditions for small business or community participation opportunities. In a very direct sense, the development of decentralized energy sources depends upon decentralized economic structures. Examples include the relatively high rate of construction financing borne by the homeowner who wishes to install a solar heating system, compared to the tax subsidies and credits that encourage utilities

to increase power production capacity; or the lower rate structures for bulk industrial users compared to other users who, in this sense, subsidize industrial energy consumption. These examples are not given to say that such tax credits or differential utility rates are wrong or immoral - there are enough people arguing these points elsewhere - but to point out that they do have the result of discouraging energy conservation investments. The issue here is equitable access to capital to support appropriately scaled energy production and conservation initiatives.

The phrase that might best summarize the point is that appropriate technology requires a corresponding appropriate sociology, if this is what we can call the process of implementing innovative solutions to new energy and environmental quality standards in building design, construction, and use. Just as the environment is the physical model of culture, changes in the way we design the built environment require a corresponding social impetus.

The purpose of reviewing these ideas is not to propose an exhaustive innovation agenda, but to show the scope of concepts that should be considered in a comprehensive initiative for energy conservation at the building scale.

While the number of factors involved may appear to be discouraging, it need not be so. The point of any innovation programme is that a number of small efforts be made simultaneously. Like a group of people lifting a heavy table with their fingers, if mutual

effort is expended at the right instant, the task is easy. In this respect, our most limited resource is not energy, but time.

The Conservation Initiative

The architectural profession is equipping itself to design energy-efficient buildings. It is at this moment a matter of implementation.

The Institute conceives of this as requiring three steps. The first is relatively easy, that of utilizing technical-fix measures to reduce energy waste, with little cost or change in currently available building methods. The second is to address the fundamental patterns of energy use in the built environment by improved design of building and transport systems and other consumer products. Improved design alternatives depend upon what changes can be made in institutional barriers in the building industry that act as disincentives to agreed-upon conservation goals. The third step - the most difficult, but an inevitable one if we are to meet our responsibility to ourselves, to the large segment of the world that is without even subsistence-level energy and resources, and to future generations - is a refocusing of our cultural values and social actions on a conservation ethic.

Viewing energy conservation efforts in terms of these steps - the tehnical, the institutional, and the ethical - helps to integrate

technical innovation with aesthetically coherent and ethically appropriate designs, as well as to relate cultural and social goals to our capacity for design innovation. Despite the apparent difficulties that await the necessary innovation programme, there is a real basis for optimism and motivation in the renewed emphasis on quality. It provides the basis by which to make a distinction between those technologies that are disruptive to the environment and those that can be considered as integrative technologies: ones that help place us in balance with the ecological imperatives that ultimately bound our action; ones that help connect us to our natural world and through nature, to ourselves.

The quality of energy, rather than quantity, is the measure of efficiency with which a given end-use requirement is produced. A solar collector that supplies heat at 130F for domestic hot water is more efficient for this purpose that the remote power plant. The building constructed according to "bioclimatic" design principles is more efficient that the building that requires purchased energy to overcome the designer's disregard of natural energy flows. The heat pump that utilizes available heat sinks is more efficient than electric resistance heating of buildings.

Matching energy sources and conversion technology as closely as possible to the quality of energy of end-use requirements gives

the analytic basis for an energy and building-systems technology that minimizes entropy and maximizes waste-energy reclamation at each point at which that energy is converted from a higher to a lower level.

The quality of design in terms of energy and resource conservation is measured, not by conspicuous consumption that is still so much a part of the packaging of consumer products, automobiles, and buildings, but quite the opposite; by the elegance with which the end result achieves artistic integrity by economy of means.

This is not to argue for a simplistic spartan aesthetic, or even one of strict functionalism. The act of creativity has always been subject to great discipline from inspiration to execution. Energy conservation provides new terms of analysis; there is perhaps the more important impetus, to embody into design emerging cultural aspirations toward the conservation ethic. Instead of using energy and natural resources to serve technology, the quality of design will be measured by the way in which technology is utilized to place us more in balance withour larger ecological context.

The quality of the environment and energy conservation are not incompatible, despite arguments to this effect by private interests who would like to see environmental control standards lowered. Each time conventional energy is consumed, there is an impact on the environment in terms of waste and pollution. Energy conservation offers a sane alternative by which to reduce such impact.

To improve the quality of life does not require increased energy consumption. Social and economic growth and stability are not threatened by energy conservation. The living standard in other advanced industrial societies, such as the Scandinavian countries, where per-capita energy consumption is as little as one-half that in North America, attests to the fact that there is not necessarily a correlation between high energy use and a high living standard. In fact, energy conservation saves capital for other necessary social investments and creates jobs as well.

The quality of life, of the environment, of design, and of energy use are thus crucially interdependent. Just as the study of energy requires a crossing of disciplines and of boundaries, it also serves to connect. The solution to problems of energy and resources requires unprecedented cooperation between all segments of society, between private and public sectors, from local to national and international levels.

We can improve our buildings, our cities, and our land by eliminating wasteful use of resources and by adopting qualitative, rather than quantitative, goals in meeting technical and social needs. The proposal that emerges is thus for a concerted conservation initiative to achieve this end.

"Conservation Deserves the Highest Immediate Priority in Energy Planning"

Harvey Brooks and Edward Ginzton, co-chairmen of the United States Committee on Nuclear and Alternative Energy Systems (CONAES) of the National Research Council, stressing the necessity to reduce national dependence on imported petroleum, to be accomplished by both conservation and switching to alternative technologies, in reporting to Council Chairman Philip Handler, focussed on "the prime importance of energy conservation." The committee report concluded:

> All in all, conservation deserves the highest immediate priority in energy planning. In general, throughout the economy it is now a better investment to save a Btu than to produce an additional one.

In general observations on the risks and potential consequences of energy shortages, the committee concluded that:

> For the most part, conservation is the least risky energy strategy from the standpoint of direct effects on the environment and public health....The maximum conservation achievable without adverse socioeconomic effects will likely have health and environmental benefits and therefore should have highest priority in policies to reduce the risks of energy systems.

Gordon N. Patterson of the Institute for Aerospace Studies, University of Toronto, in The Race for Unlimited Energy, argues that:

> The pressures on the energy system imposed by depleting fuel resources, environmental controls, and constraints on capital can be alleviated by conservation.

....Although the public in general endorses the ethic of conservation, it shows little enthusiasm for supporting implementation. Public attitudes change slowly except in acute crisis. Can we change quickly from our life style based on the unrestrained use of cheap, abundant energy to the practice of conservation as a way of life? For example, will public attitudes change to emphasize the efficiency of equipment rather than convenience, appearance and low initial cost. The curtailment of energy utilization by economic or political controls can be considered only after a thorough study of the close coupling between economic growth and adequate supplies of energy and of the possible effects of conservation on this coupling.

The implementation of energy conservation through carefully considered pricing, regulations, subsidies, new technology, and a promotion of a public awareness of the need is more likely to point to moderation in energy consumption without detrimental effects on life styles or the economy....

In Canada, if energy consumption persists in increasing exponentially, the short term will be lengthened by only about a dozen years even if an effective program of conservation is mounted.

The Soft Energy Path Approach

Amory Lovins advocated in an address to a Soft Energy Path workshop at Trent University in October 1978 adoption of a soft energy path possessing three main technical components:-

1) Using much more efficiently the fuel we have got;
2) getting it increasingly from soft technologies, and
3) intelligently using fossil fuels for a transition.

Lovins said then the soft path is distinguished from the hard energy path, not by how much energy we use, and not only by our choice of equipment, but rather primarily by their very different structural and political implications.

These two paths also reflect two quite different views of what the energy problem is. In the hard path there is a presumption that the more energy we use the better off we are. That is, energy is tacitly elevated from a means to an end in itself; whereas in the soft path how much energy we use to accomplish our social goals is considered a measure, not of our success, but of our failure.

We have lately had extraordinarily rapid technical progress, mainly outside official programmes, in developing a wide range of soft technologies. If you take the soft technologies which are now in or entering commercial service around the world and you add them

up they are more than enough to meet our end-use needs. The soft approach is in no sense an anti-technology programme. It involves exciting technical challenges but of a different, and to some people, an unfamiliar kind, making things that are sophisticated in their simplicity, not in their complexity.

The soft path is a great deal cheaper in capital costs. It also, except for bio-mass, has no fuel cost and it has a better cash flow because it is quicker to build and to pay back. One can do more with a given amount of working capital. The soft path is also quicker.

Conservation is the Major Alternative to Imported Oil

In chapter six of Energy Future, the report of the Energy Project at the Harvard Business School, Daniel Yergin wrote:

> There is a source of energy that produces no radioactive waste, nothing in the way of petrodollars, and very little pollution. Moreover, the source can provide the energy that conventional sources may not be able to furnish. Unhappily, however, it does not receive the attention it deserves.
>
> The source might be called energy efficiency.....but the energy source is more generally known by the more prosaic term conservation.....Conservation is no less an energy alternative than oil, gas, coal or nuclear. Indeed, in the near term, conservation could do more than any of the conventional sources to help the country deal with the energy problems it has.....
>
> The barriers to the potential savings through conservation are very great, but they are rarely technological. Although some of the barriers are economic, they are in most cases institutional, political and social. Overcoming them requires a government policy that champions conservation, that gives it a chance equal in the market place to that enjoyed by conventional sources of energy.

Three Basic Categories of Conservation

Conservation is hard to grasp and comprehend. While it involves a host of different things - heat pumps, insulation, new engines - it also involves changes in methods, and even more important, an ongoing commitment to promote and implement it.

The first category of conservation is out-and-out curtailment. When supplies are suddenly interrupted, energy saving is forced as factories are closed and working days are lost. The country can expect more curtailment in the future if sensible actions are not taken now.

A second category is overhaul, dramatically changing the way we work. An extreme example would be the outlawing of further suburbanization, forcing people to move into the urban centres and live in tall buildings not equipped with places to park a car.

To many people, energy conservation means only curtailment or overhaul. But there is a third way to think about conservation: as a form of adjustment, entailing such things as insulating the house, making automobiles, industrial processes and home appliances more efficient, and capturing waste heat. This can be called productive conservation which encourages changes in

capital stock and daily behaviour that promote energy savings in a manner that is economically and socially non-disruptive.

The federal government does not yet have a broad-ranging national programme of incentives to encourage retrofit. The speed with which retrofit can deliver substantial savings argues for a much more stimulative public policy, with tax credits. Such a policy would signal the importance of retrofit and would encourage home owners, entrepeneurs and manufacturers. It would make retrofit economically attractive for some home owners, and not only attractive but possible for others. Standards and regulations also need to be pushed. So do demonstration projects.

The Roadblocks to Productive Conservation

One major roadblock to productive conservation is its very character - it is a highly fragmented subject that certainly lacks glamour. It is easier for the government to organize itself to do one big thing, but that is not what productive conservation is about. As Energy Future has stated, "Conservation involves 50,000 or 50 million things, big, medium and little, and not in the one centralized place where the energy is produced, but in the decentralized milieu where it is consumed. Conservation is prosaic, even boring." The lack of drama has restricted not only policy and public attention, but also scientific interest in conservation-oriented research.

A second obstacle to conservation is the way the energy debate has been shaped in this country. The effort to reshape the national energy debate to the point where conservation will be regarded as a serious energy source has been slow, halting and wholly inadequate.

A third obstacle to productive conservation may be summarized by the maxim, let the market do its work. Proponents of this view say that the present levels of conservation activity are a rational response to present energy prices.

The fourth roadblock is a fundamental misconception about the relation of energy use and economic growth. The comparative data seems to make clear that substantial but non-disruptive energy savings are possible.

The Initiatives Expected of Governments

Public policy has a most important role to play in overcoming the many barriers already discussed to industrial conservation. At present, price signals are very confusing and need clarification. Prices must be allowed to move moderately upward to reflect the real value that energy has today. Those supporting a system of price regulation should face the fact that current costs strongly retard energy conservation in industry - and increase the prospect of much higher prices later. It is obvious that senior management will not take energy-saving investments more seriously until they are convinced that their firms will be paying more for energy in constant dollars in two years than today.

Some increase in price must be matched with other policy-induced mechanisms that will accelerate conservation and give it an equitable chance to compete with conventional sources of supply.

Basic Conclusions and Recommendations

Although all levels of government in Canada - federal, provincial and municipal - have developed an increasing involvement in energy conservation programmes and policies over the past five years, it is the view of this Institute that a meaningful conservation effort has only just been put under way. The measures put under way by the federal Departments of Public Works and Energy, Mines and Resources and the Ontario Ministry of Energy, by trade and industry associations and by certain industries are notable.

However, what has been accomplished to date in productive conservation must be regarded as only a beginning.

It is recommended that the federal government give consideration to undertaking the following measures:-

1. To develop a new focus and increased emphasis on energy conservation programming within the Department of Energy, Mines and Resources, including a substantially increased budget to promote conservation.

2. To formulate a special project in building conversion and retrofitting as between federal construction agencies and the building and design professions and industries.

3. To prepare and implement an effective public education programme about conservation as a prime alternative energy source.

4. To consider a programme of tax incentives to facilitate a greatly increased participation by Canadian industry and home owners in conservation projects.

5. That departments and agencies concerned with energy supply and conservation maintain a close, continuing collaboration with interested industry and professional bodies.

BIBLIOGRAPHY

Energy in Transition 1985-2010. Final report of the Committee on Nuclear and Alternative Energy Systems, National Research Council. W. H. Freeman and Company, San Francisco, 1980.

The Race for Unlimited Energy. Gordon N. Patterson, Institute for Aerospace Studies, University of Toronto. Hunter Rose Company, Toronto, 1979.

Energy Future. Report of the Energy Project at the Harvard Business School. Edited by Robert Stobaugh and Daniel Yergin. Random House, New York, 1979.

Architecture and Energy. Richard Stein, Cooper Union. Anchor Press/Doubleday, Garden City, 1978.

Energy Conservation Through Building Design. Donald Watson (ed.) McGraw Hill, New York, 1979.

Soft Energy Paths from Alternatives. Journal of Friends of the Earth Canada. Trent University, Peterborough. Summer-Fall, 1979.

The Twenty-Ninth Day. Lester R. Brown, President, World Watch Institute. Norton, New York, 1978.

APPENDICE «AEEA-67»

Comité special de l'energie de remplacement du pétrole Chambre des communes Canada

Memoire presenté par L'Institut royal d'architecture du canada

COMITE SPECIAL DE L'ENERGIE DE REMPLACEMENT
DU PETROLE.

CHAMBRE DES COMMUNES
CANADA.

MEMOIRE PRESENTE PAR
L'INSTITUT ROYAL D'ARCHITECTURE
DU CANADA.

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE 1- LA CONSERVATION DE L'ENERGIE:
UNE SOLUTION VALABLE.

1.1. RAPPEL
1.2. APPROCHES DU PROBLEME

CHAPITRE 2- IMPORTANCE DU ROLE JOUE PAR LA PROFESSION
D'ARCHITECTE ET PAR L'INDUSTRIE DE LA CONSTRUCTION
EU EGARD DE LA PROBLEMATIQUE DE L'ENERGIE.

2.1. CADRE BATI ET ENERGIE
2.2. DEFICIENCES DU DESIGN CONVENTIONNEL
2.3. PROFIL D'UTILISATION ENERGETIQUE
D'UN BATIMENT.
2.4. REPENSER L'ARCHITECTURE.
2.5. L'INDUSTRIE DE LA CONSTRUCTION.
2.5.1. Envergure de l'industrie de la
construction.
2.5.2. Coûts économiques et énergétiques.
2.6. MATERIAUX ET METHODES DE CONSTRUCTION.
2.7. CONCLUSION.

CHAPITRE 3- LES ASSOCIATIONS D'ARCHITECTES AU CANADA
ET LEUR ROLE.

3.1. POLITIQUE ET PROGRAMME ENERGETIQUE DE
L'INSTITUT ROYAL D'ARCHITECTURE DU
CANADA.

CHAPITRE 4- LE DESIGN ET LA CONSERVATION ENERGETIQUE.

4.1. L'UTILISATION D'ENERGIE DANS UN BATIMENT
4.1.1. Charge de bâtiment, charge de distribution et systèmes de transformation.
4.1.2. Réduction des charges et amélioration du rendement des systèmes de transformation.
4.2. LE POTENTIEL DE CONSERVATION ENERGETIQUE
4.3. ESTIMATION DES COUTS ENERGETIQUES.
4.4. CONSIDERATIONS TECHNOLOGIQUES.
4.5. LA CONSERVATION DE L'ENERGIE ET L'AMELIORATION DE LA QUALITE DE L'ENVIRONNEMENT.
4.6. AMORCES DE REALISATION DE LA CONSERVATION.
4.6.1. Niveaux d'intervention
4.6.2. Rechercher la qualité et non la quantité
4.7. CONCLUSION

CHAPITRE 5- LA PLANIFICATION ENERGETIQUE

5.1. LA CONSERVATION.
5.2. L'ENERGIE DOUCE
5.3. CONSERVER PLUTOT QUE D'IMPORTER

CHAPITRE 6- LA CONSERVATION ENERGETIQUE

6.1. LES PRINCIPAUX MODES.
6.2. LES PRINCIPAUX OBSTACLES

CHAPITRE 7- ROLE ATTENDU DES GOUVERNEMENTS ET RECOMMANDATIONS A L'EGARD DU GOUVERNEMENT FEDERAL.

BIBLIOGRAPHIE

CHAPITRE 1

LA CONSERVATION EFFICACE DE L'ENERGIE: UNE SOLUTION VALABLE.

1.1. RAPPEL

Lester R. Brown, président de l'Institut " World Watch ", exposait la situation suivante dans son livre The Twenty-Ninth Day,

> L'évolution et la structure de la société actuelle sont intimement liées à la quantité et à la sorte d'énergie que nous utilisons. Les progrès technologiques qui, pour répondre aux besoins humains, ont amené une extraction poussée du combustible existant sur terre, n'ont pas seulement affecté l'évolution sociale de l'homme, mais également la relation qu'a celui-ci avec son environnement. Depuis la génération précédente, le système économique s'est formé à partir d'une énergie à bon marché, laquelle a contribué à faire tripler le volume de la production de biens et de services. Le niveau irréaliste auquel s'est élevée la consommation matérielle peut également lui être attribuée.

C'est à la lumière de cette évolution historique que la crise de l'énergie des années soixante-dix, impliquant tant l'approvisionnement que les coûts, prend tout son sens. Ce n'est pas l'énergie qui se fait rare, mais bien le pétrole.

Le fait que celui-ci coûte cinq (5) fois plus cher qu'il y a dix (10) ans signifie que l'ère de l'énergie à bon marché est désormais révolue, et que celle de la consommation effrénée des biens matériels s'achève.

A cette période-ci de l'histoire où une partie de l'humanité vit dans l'abondance, tandis que l'autre arrive même pas à satisfaire ses besoins physiques de base, la fin d'une énergie à bon prix pose des problèmes politiques aigüs tant au sein des sociétés qu'entre elles. La quantité d'énergie à notre disposition détermine non seulement notre système économique mais aussi notre mode de vie comme individus.

1.2. APPROCHES DU PROBLEME

Il y deux approches pour envisager une solution à la crise énergétique. La première s'appuie sur le lien de dépendance développé à l'égard de la technologie qui nous a conduits à la situation actuelle. La seconde approche se base sur une nouvelle attitude. Elle considère l'utilisation de l'énergie en regard du mode de vie sous-tendu. Ces deux tendances divergentes s'expriment chacune d'une manière différente à tous les niveaux, de l'appréhension globale du problème dans ses manifestations à l'échelle nationale et internationale jusqu'aux plus infimes modalités d'exécution.

Les tenants de l'option technologique évaluent le problème à court terme: il suffit de temporiser jusqu'à ce que nous soyions en mesure d'accroître notre capacité de produire, de transformer et de transporter les types conventionnels d'énergie, ainsi que de pouvoir mettre en oeuvre des façons d'augmenter les réserves. Les plus grandes espérances et les subsides, il va sans dire, vont à des solutions telles le réacteur nucléaire autoregénérateur, la gaséfication du charbon, la fabrication éventuelle de l'essence à partir d'huile de schiste et l'extension des systèmes de transport du gaz naturel et du pétrole.

La partie adverse soutient qu'au lieu de voir précipitamment à une augmentation des réserves, il faut plutôt entreprendre une étude plus pertinente des besoins humains, mettre sur pied un programme poussé de recherche portant sur l'emploi des forces solaires, éoliennes et géothermiques et viser à une plus grande efficacité dans l'utilisation des ressources disponibles.

En présentant ce document au Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole, l'Institut royal d'architecture du Canada prend le parti de promouvoir la mise en oeuvre de tous les moyens possibles susceptibles d'accroître le rendement des ressources énergétiques, plus particulièrement en ce qui a trait à la conception, la construction et l'entretien à long terme des bâtiments.

Ce qui pourrait être économisé par un design architectural axé sur la conservation énergétique représente presque la quantité d'énergie qui, en 1990, proviendrait de l'une ou l'autre des principales sources canadiennes d'énergie.

Cette considération renforce la thèse prônant la conservation. Autant, sinon plus d'efforts que ceux dévolus actuellement au développement énergétique, devraient être déployés pour inciter la conservation par un meilleur design des bâtiments, des systèmes de transport et de tout autre bien de consommation dont la production ou l'utilisation requiert beaucoup d'énergie.

Ainsi par exemple, chaque BTU (1) récupérée équivaut à deux BTU produites à cause de l'énergie perdue en cours de transformation ou de transmission. En d'autres termes, chaque dollar investi dans la conservation de l'énergie à l'échelle de la construction d'un bâtiment, permettra d'en économiser le double en cours de production et d'approvisionnement de la source énergétique.

(1) BTU: British Thermal Unit

CHAPITRE 2

IMPORTANCE DU ROLE JOUE PAR LA PROFESSION D'ARCHITECTE ET PAR L'INDUSTRIE DE LA CONSTRUCTION EN REGARD DE LA PROBLEMATIQUE DE L'ENERGIE

2.1. CADRE BATI ET ENERGIE

La cadre bâti accapare environ 35% de toute l'énergie utilisée couramment au Canada; 80% de celle-ci sert au chauffage, à l'éclairage, à la climatisation ainsi qu'à la production d'eau chaude. En outre, la masse énergétique dévolue au bâtiment provient de sources coûteuses et non-renouvelables. On doit donc accepter le fait que la conception architecturale orientée vers la conservation énergétique devienne une partie importante d'une politique nationale de conservation.

Il convient de préciser certains faits pour mieux cerner la dimension du problème, et partant, le rôle important que peuvent jouer les architectes en fonction de la conservation de l'énergie du pétrole et du gaz naturel par des sources renouvelables.

Il y a vingt-cinq ans, lorsque notre pays a commencé à répondre à la demande d'habitations et de d'autres types de construction, nous n'utilisions que le sixième de la quantité d'électricité employée aujourd'hui et nous dépensions moins de la moitié de l'énergie consommée actuellement. Depuis ce temps, la population a crû de l'ordre de 45%, alors que la consommation d'électricité a crû de quelque 600% et la consommation générale d'énergie de 250%.

Les méthodes tout comme les matériaux de construction ont changé de façon remarquable depuis la deuxième guerre mondiale. Les systèmes mécaniques ont évolué considérablement, non seulement pour répondre à de nouvelles normes de confort et d'hygiène, mais encore pour que les édifices construits selon les nouvelles méthodes et avec de nouveaux matériaux soient relativement confortables. Il se dégage de cette façon d'envisager la construction et des édifices en résultant une constante, l'énergie employée par pied carré augmentera année après année.

Nous sommes confrontés à un état de fait alarmant. Les édifices consomment à eux seuls le double de la quantité d'énergie, qui, il y a vingt-cinq ans, répondait à tous les besoins. Mais il y a encore plus: les bâtiments sont en partie responsables de l'accroissement de la pollution.

Nous n'assistons pas à une industrialisation massive mais aussi à une urbanisation d'une envergure sans précédent. L'éclatement des centres urbains exige la disponibilité des matériaux nécessaires à la construction. Le mode de vie urbain dépend en grande partie des systèmes mécaniques en ce qui a trait au confort et à l'hygiène.

Ce que nous réserve l'avenir est non seulement relatif à la disponibilité des sources d'énergie mais aussi aux exigences énergétiques qu'auront l'industrialisation et l'urbanisation.

Par exemple, nous risquons de manquer des matériaux les plus divers, allant du cuivre jusqu'à ces fameux plastiques qui devaient, semblait-il, remplacer les matériaux naturels !
Nous avons attendu de la technologie la réponse à tous nos besoins. Nous lui avons demandé de générer du courant,de produire des matériaux et des systèmes régulateurs. Cette dépendance, à tout le moins trop optimiste nous mène, au pis, tout droit à la catastrophe.

Il n'y aurait aucune raison, toutefois, de qualifier la situation actuelle de crise si la qualité de la vie avait connu une amélioration spectaculaire, proportionnelle à l'augmentation per capita des dépenses énergétiques, et si les perspectives d'avenir indiquaient une amélioration constante, sous-entendant, bien sûr, des réserves inépuisables. Au contraire, la réalité est tout autre. Nous faisons simplement les mêmes choses mais autrement, une grande partie de nos efforts ne servent tout au plus qu'à corriger ou contrer les effets négatifs engendrés. Nous sommes alors véritablement dans une crise des plus graves.

Il faut donc, pour réellement comprendre le problème, et partant pour arriver à la solutionner, considérer l'ensemble des manifestations alarmantes, leurs ramifications et leurs rapports réciproques, puisqu'elles émergent toutes de l'interaction des mêmes facteurs. Toute tentative de solution partielle ne fait que déplacer le problème et est appelée à plus ou moins brève échéance à échouer. Tous les problèmes sont liés aux prévisions de croissance illimitée qui, jusqu'à tout récemment, avaient rarement été remises en question.

Les canadiens s'étaient faits à l'idée que tout était possible, que les ressources étaient inépuisables,qu'il était plus simple de jeter aux rebuts que de réparer quoi que ce soit, sous prétexte que cela faisait fonctionner le système économique. Nous avons cru que la valeur esthétique d'un produit était superficielle plutôt qu'inhérente à sa raison d'être et aux moyens employés pour le produire.

2.2 DEFICIENCES DU DESIGN CONVENTIONNEL

Nous prenons de plus en plus conscience que nos bâtiments modernes ne sont pas aussi fonctionnels que nous le prétendions, alors que cette même fonctionnalité générait leur forme. Par exemple, dans la plupart des édifices à bureaux, le confort des bureaux situés au sud et à l'ouest est plutôt précaire. Il est généralement impossible, au printemps, d'y faire pénétrer un peu d'air frais et doux. Les fenêtres ne sont plus qu'un rappel symbolique du temps où elles s'ouvraient sur des panoramas, puisque pour avoir un peu d'intimité, elles sont maintenant fermées par des rideaux. La dépendance à l'égard des systèmes mécaniques permet d'accroître la superficie à l'intérieur de ces édifices à bureau en dépit du fait que les espaces situés à la périphérie sont plus intéressants.

Nous savons que le soleil frappe, à différentes heures, chaque façade d'un bâtiment selon des angles variés, et ce, différemment d'un jour à l'autre. Pourtant, nous n'en continuons pas moins de construire des façades identiques. Les arbres pourraient servir de coupe-vent et de pare-soleil, mais il est rare que nous les utilisions à ces fins. Nous avons une idée de la dynamique de l'air, et pourtant les terrasses et les alentours de nos édifices sont balayés par le vent et les bourrasques.

Nous travaillons avec des éléments de design qui sont trop souvent des solutions apparentes de problèmes antérieurs; leur utilisation est maintenant symbolique, parce qu'elle n'a plus de rapport avec leur raison d'être orginelle. Il est en résulté une perte de rigueur, de lisibilité et de clarté dans notre environnement bâti. Même ce qui reste de témoignage d'une époque où la construction était sensée et rationnelle est aujourd'hui constamment menacé de démolition.

2.3 PROFIL D'UTILISATION ENERGETIQUE D'UN BATIMENT

Nous avons déjà mentionné le fait que la construction et l'exploitation des bâtiments accaparent à elles seules plus du tiers de la dépense totale d'énergie au Canada. La conception architecturale en est grandement responsable.

La dépense d'énergie s'effectue à partir du processus de fabrication et de mise en place des éléments d'un bâtiment en passant par le fonctionnement de ses divers systèmes durant sa vie utile, jusqu'aux moyens de transport résultant de la façon dont sont regroupés les édifices. Sans oublier que de démolir un bâtiment, ou en ce qui en reste après une destruction partielle, demande également de l'énergie.

Dès qu'un bâtiment est enfin occupé, la consommation courante d'énergie se régularise. Les périodes d'utilisation quotidiennes suivent l'emploi général du temps et le mode général d'occupation de l'espace. Par exemple, l'éclairage se fait rare après-minuit, les systèmes de climatisation fonctionnent à plein régime par une chaude journée d'été et les ascenseurs sont bondés à chaque fin de journée de travail. Le profil général pourra être ultérieurement modifié selon les caractéristiques thermiques globales du bâtiment, qui retardent ou accélerent la réaction de celui-ci aux conditions extérieures.

Selon la zone climatique où est situé l'édifice et selon sa façon de réagir aux conditions extérieures. il est possible d'établir un graphique qui indique les périodes de consommation de pointe sur une base annuelle. Celles-ci se situent généralement à l'hiver et à l'été, (juillet et août), le printemps et l'automne étant des saisons où la consommation est réduite.

Quand l'édifice vieillit, la courbe d'utilisation énergétique tend vers le haut; en effet, le calfeutrage se déssèche, les coupe- bise font défaut et l'équipement mécanique s'use et perd de son efficacité; à la consommation courante s'ajoute donc une dépense supplémentaire d'énergie servant à réparer et à remplacer certains éléments de la construction. Enfin, une nouvelle demande d'énergie, requise par la démolition de l'édifice, définit momentanément un maximum d'utilisation, la courbe retombant ensuite au point zéro.

2.4 REPENSER L'ARCHITECTURE

L'oeuvre architectural est de tous les appareils, produits et objets fabriqués pour répondre à nos besoins quotidiens, celui qui dure le plus longtemps; plus longtemps encore que les appareils ménagers, que les véhicules automobiles et que la machinerie industrielle et commerciale. Une automobile peut fonctionner de 5 à 10 ans, un téléviseur moins longtemps encore, alors qu'un édifice moderne demeurera pour au moins 50 ans, et les routes, l'infrastructure pour quelques centaines d'années.

Cela revient à dire qu'il ne faut pas sous estimer l'importance des décisions architecturales d'aujourd'hui car elles influeront longtemps sur le mode de consommation énergétique, ne serait-ce que par le type d'ouvertures, la dimension, et l'orientation du bâtiment. L'industrie automobile peut sans doute, en 10 ans, modifier complètement sa production et remplacer tout le stock existant si, pour des raisons diverses, nouvelle mode, nouvelle législation, approvisionnement en essence, il s'avérait préférable de fabriquer des automobiles de 100 ch. vap. au lieu de 400 ch. vap.

Par contre nous aurions à assumer longtemps les édifices de construction hermétique, même si les analyses du cadre bâti démontraient qu'il vaudrait mieux abandonner ce type de constructions. Elle exige en effet une batterie de systèmes de ventilation et de climatisation ainsi que de dispositifs d'éclairage qui ne sont pas étrangers à l'avénement des problèmes que nous connaissons aujourd'hui.

Discuter de forme architecturale et de planification de projets architecturaux revient inévitablement au problème fondammental. Celui-ci pourrait se formuler ainsi: de quoi l'humanité a-t-elle vraiment besoin pour assurer sa protection, quels sont les moyens et les techniques dont nous disposons pour y répondre, et enfin, comment s'articulent ces deux propositions l'une en regard de l'autre ?

Il importe de revenir à une pratique du design où toute prise de décision est fondée sur la justesse d'exécution liée à une économie de moyens, ceux-ci employés le plus précisément et le plus adéquatement possible, nous permettrait peut être de renouer avec simplicité et l'authenticité de l'existence.

Le type de construction était autrefois la fidèle représentation morphologique des ressources domestiques, des outils avec lesquels on les travaillait et des diverses institutions caractéristiques d'une culture donnée. L'abondance ou la rareté des matériaux de construction était strictement du ressort local. Aujourd'hui, il existe une relation de réciprocité à l'échelle de la planète: gaspiller dans un endroit signifie privation ailleurs. Plus spécifiquement, les matériaux de construction proviennent de partout, les pénuries se ressentent mondialement et les édifices conçus de façon à consommer plus d'énergie qu'il n'en faut pénalisent quiconque en manque pour sa propre survie.

L'idée d'un bâtiment conçu comme un objet parfait et immuable dans l'espace laissera place à celle qui voit en celui-ci une partie intégrante d'un processus constant d'évolution. La relation de l'architecte avec le bâtiment est donc appelée à changer. L'architecte ne sera plus le créateur d'oeuvres sculpturales isolées et désincarnées. Ce qui, aujourd'hui encore, entraîne des commentaires élogieux sur notre façon de construire sera considéré demain comme autant de freins au développement harmonieux de la collectivité.

Tout critique de l'architecture, tout professeur d'architecture et tout architecte incapable d'établir la relation existant entre les faits sus-mentionnés ni d'en tirer les conclusions qui s'imposent se destine à un avenir professionnel inconséquent.

Prendre le parti de la conservation aura des répercussions très importantes sur les professions relatives au design ainsi que sur toute l'industrie de la construction, d'autant plus qu'il y a eu très peu de réalisations concrètes comparativement au nombre et à la diversité des possibilités d'intervention, et ce, même si les données du problème sont bien posées.

La croissance démographique et la prolifération des centres urbains signifient que la réponse aux problèmes posés par la construction se situe au-delà de solutions ponctuelles et partielles.

Il faudra donc résoudre à assumer les difficultés inhérentes à la mise en oeuvre d'un plus vaste programme de conservation de l'énergie, eu égard à la construction, pour l'effectuer dans un contexte réaliste.

2.5 L'INDUSTRIE DE LA CONSTRUCTION

2.5.1 Envergure de l'industrie de la construction.

Un programme d'ensemble visant à la conservation énergétique demande de réaliser des changements à l'échelle de la construction, qui est à juste titre une industrie.

Différents services gouvernementaux en dressent les statistiques qui sont ensuite compilés dans des registres tels le " Standard Industrial Classification ". La description précise des tâches à accomplir sur un chantier renforce cette perception.

L'industrie de la construction est cependant, beaucoup plus complexe qu'elle ne le semble à prime abord. Elle implique l'interrelation tant des producteurs et fournisseurs de matériaux, que des designers et des divers corps de métier. Elle englobe les secteurs miniers et forestiers, les aciéries, les fonderies d'aluminium et les usines de fabrication de béton. Elle comprend encore les manufactures de vitrage et de murs-rideaux ainsi que les entreprises de menuiserie. Elle regroupe les électriciens, les plombiers, les entrepreneurs, les architectes et ingénieurs, les marchands de matériaux et les divers sous-traitants.

Ce que produit cette industrie est un édifice unique, distinct de ses semblables. Sa réalisation aura demandé que des milliers de pièces produites par un grand nombre d'industries diverses, soient assemblées sur le site ou préassemblées et ajustées de façon à s'imbriquer les unes dans les autres. La quantité de métiers et de procédés impliqués est considérable.

C'est un processus difficile à comprendre. Une fois que nous en réalisons la complexité et l'envergure, nous constatons qu'il n'en sera que plus difficile à changer. Car il s'agira de changer non seulement les manuels techniques et documentation ayant trait aux divers matériaux et produits, mais également les codes de construction, les réglements de zonages et les normes d'hygiène. Il faudra que les associations d'industriels, les syndicats, les corporations professionnelles et les écoles d'architecture et de génie modifient leur façon de voir et de faire. Il faudra que les écrivains, les critiques et les architectes révisent leur opinion et leur design.

Même si la résistance au changement apparaît énorme, il y a excellentes raisons pour amorcer un changement dans l'industrie de la construction, l'une, et non la moindre d'entre elles, étant son impact considérable sur l'économie.

2.5.2. Coûts économiques et énergétiques de l'industrie de la construction.

La construction représente 16% du produit national brut et ses immobilisations annuelles totalisent 46 milliards.

La somme d'énergie qu'elle requiert est proportionnellement beaucoup plus élevée que son rapport au P.N.B. Ceci s'explique, dans un premier temps, par le fait que la construction exige une quantité incroyable de matériaux bruts, tel que l'acier, l'aluminium, le ciment, la brique et le verre, dont la fabrication est extrêmement onéreuse, en termes énergétiques. Dans un deuxième temps, il y a plus de ces matériaux pour un dollar investi dans la construction que dans tout autre secteur de notre économie.

Par exemple, le rapport poids/coût des matériaux est dix fois plus élevé dans un bâtiment que pour une automobile, et cent fois plus élevé que pour un appareil de bureau. Ces deux facteurs conjugués-production requérant une grande somme d'énergie liée à la quantité importante de produits fabriqués annuellement - font que ce qui peut nous sembler être une portion infime de toute l'industrie de la construction, utilise en réalité, à elle seule, énormément d'énergie.

L'amélioration du rendement énergétique des industries majeures aurait sans doute pour effet de réduire la quantité d'énergie latente des produits entrant dans la composition de bâtiments. Nous constatons qu'il y a eu effectivement, depuis quelques années, une certaine amélioration dans la production de quelques matériaux de base, notamment le béton, mais elle n'est pas encore assez importante pour modifier quoi que ce soit à la situation globale, telle que nous la décrivons dans ce document.

L'utilisation directe d'énergie liée au processus industriel de fabrication représente seulement une partie de toute l'énergie que renferme un produit.Celui-ci englobe aussi bien l'énergie employée dans des processus antérieurs de fabrication et de transformation, dans le transport des matériaux, que l'énergie dévolue aux frais d'administration, ainsi qu'à l'équipement et à la machinerie et au commerce.

Il est certes possible d'étudier comment nous pouvons accroître le rendement énergétique de la production manufacturière. L'écart qui existe dans l'utilisation énergétique des industries suédoises,ouest-allemandes et canadiennes, mentionné dans certaines recherches, est étonnant. Il y a donc moyen de réduire notre consommation énergétique.

2.6 ESPACE, MATERIAUX ET METHODES DE CONSTRUCTION.

Si, une fois que nous sommes en mesure de produire économiquement les matériaux de construction, nous employions ceux-ci de manière à ce qu'ils réagissent à leur pleine capacité de résistance, nous pourrions encore réduire cet écart. La différence dans la quantité de bois et la façon dont il est utilisé par exemple, entre une coque de voilier et une charpente de chalet en bois est frappante. C'est pourtant la coque du bateau en mouvement qui absorbe les plus grands chocs et stress !

Dès qu'il s'agit de concevoir des espaces en fonction de la mobilité, notamment pour les trains, les bateaux, les maisons mobiles, l'emploi des matériaux et l'allocation de l'espace sont plus rigoureusement étudiés. Comparons l'utilisation fonctionnelle et combien plus efficace de l'espace dans une maison mobile conçue pour des vacances itinérantes d'avec le quasi-gaspillage dans les maisons modèles ou encore l'aménagement rationnel et adéquat des toilettes de wagons-lits ou d'avions avec l'espace qu'elles occupent dans la construction conventionnelle.

Si nous étudions comment ces différents agents modulent l'espace et que nous appliquiions avec discernement certains de leurs principes, nous serions en mesure de diminuer la quantité d'énergie employée pour répondre aux besoins d'espaces requis par nos diverses activités.

2.7 CONCLUSION

Autant l'architecture et l'industrie de la construction ont contribué à la forte consommation d'énergie au Canada, autant elles pourront contribuer à la conservation énergétique et au remplacement des formes conventionnelles d'énergie, si ceux qui travaillent dans ces domaines y apportent les correctifs qui s'imposent.

Bien que nous possédions, aujourd'hui, des données solides pour évaluer la quantité d'énergie requise pour une construction et par l'industrie de la construction, il nous faut poursuivre des recherches sur l'emploi optimal d'énergie d'un bâtiment. Ainsi par exemple, le rendement énergétique d'une construction s'évalue en termes d'immobilation et en termes d'opérationnalisation. Actuellement, en une année, maintenir tout le stock bâti en opération demande cinq fois plus d'énergie que la construction d'édifices neufs pendant la même période.

Un meilleur rendement énergétique dépend d'une succession et d'une interaction complexe d'actions apparamment insignifiantes. Celles-ci comprennent le choix des matériaux et des produits manufacturés requérant moins d'énergie à fabriquer et atteignant tout aussi bien les niveaux voulus de performance. Elles consistent en l'amélioration des méthodes de construction de façon à réduire la dépense d'énergie sur le chantier. Elles comprennent encore le calcul plus précis des quantités, le recyclage et la prolongation de la vie des bâtiments existants, pour éviter la construction inutile de nouveaux édifices, et enfin l'emploi plus important de matériaux locaux, afin de réduire le transport inutile.

Les architectes, s'ils veulent exercer une pratique conséquente dans l'avenir, devront réorienter leur design en fonction des principes énergétiques.

Ils devront travailler de concert avec d'autres disciplines soit à des recherches spécifiques aux matériaux et aux bâtiments, et se doter ainsi de nouveaux outils de travail, soit à des recherches de base de d'autres approches prometteuses quant à la conservation. Il s'avère donc important de calculer le plus exactement possible la quantité d'énergie comprise par unité de matériau et que ces calculs soient compilés dans un manuel d'estimation des coûts énergétiques, et qu'ils soient insérés dans un programme informatisé.

En second lieu, il conviendra de finaliser le diagramme de l'utilisation énergétique et de la transposer dans un modèle informatisé.

CHAPITRE 3

LES ASSOCIATIONS D'ARCHITECTES AU CANADA ET LEURS ROLES

L'Institut Royal d'Architecture du Canada (IRAC), dont le siège social est à Ottawa, a été fondé en 1908 pour représenter au niveau national tous les architectes canadiens.

L'Institut compte quelques 3 500 membres qui y adhèrent volontairement. L'Institut chapeaute un comité de certification professionnelle, un comité de pratique professionnelle et un collège de " Fellows ".

Au niveau provincial, ce sont les dix associations d'architectes qui sont responsables de l'octroi des permis d'exercice et de l'enregistrement de quiconque veut pratiquer l'architecture .

3.1 POLITIQUE ET PROGRAMME ENERGETIQUE DE L'INSTITUT ROYAL D'ARCHITECTURE DU CANADA

Dès 1974, l'IRAC a réagi aux hausses des coûts du pétrole importé, en mettant sur pied un comité spécial d'étude (ou " commando énergétique") au sein de l'industrie de la construction. Le mandat de ce comité était d'étudier l'amélioration possible du rendement énergétique dévolue du cadre bâti.

Les résultats de cette action se sont concrétisés pour la publication, en janvier dernier, du Manuel pratique de conservation de l'énergie; par l'organisation au cours de cette année, de quelques quatorze séminaires portant sur l'évaluation des économies potentielles d'énergie en rapport avec l'espérance de vie des bâtiments, et par l'organisation, conjointement avec l'American Institut of Architects, du colloque-atelier intitulé: L'énergie dans le processus de design, qui a eu lieu à Toronto du 17 au 19 octobre dernier.

Le programme énergétique de l'IRAC comprend les points suivants:

- viser à accroître l'utilisation du Manuel pratique tant auprès des architectes et autres professionnels du design qu'auprès des étudiants.
- intensifier, par le biais du programme d'éducation permanente, l'organisation d'ateliers de travail et de conférences portant sur des questions relatives à l'énergie, (économie énergétique, confort environnemental, l'énergie solaire dans le design, principes et méthodes pour faire un design efficace en termes d'énergie), et voir à une reconnaissance officielle des membres de l'IRAC participant à ce programme.
- contribuer à la mise sur pied des champs d'études spécifiques sur l'énergie par les écoles d'architecture, qui devront pour ce faire, ajouter à leur programme académique des nouveaux cours, travaux pratiques et conférences et des projets d'ateliers spéciaux.
- venir en aide aux membres désireux d'obtenir de l'information pertinente par la collection et la diffusion des données et par une collaboration avec les autres professions oeuvrant dans le domaine du cadre bâti et de l'énergie.
- d'identifier et de mettre au point des modalités concrètes d'application des idées et des technologies innovatrices au design axé sur l'efficacité énergétique.

CHAPITRE 4

LE DESIGN ET LA CONSERVATION ENERGETIQUE

4.1 L'UTILISATION D'ENERGIE DANS UN BATIMENT

Nous avons décrit au chapitre 2, le comportement énernétique général d'un bâtiment. Dans le présent chapitre, nous verrons comment et par quels systèmes l'énergie est utilisée. Car avant de penser à la conservation de l'énergie, il convient de comprendre les façons dont elle est utilisée.

4.1.1. Charge de bâtiment, charge de distribution et systèmes de transformation.

La structure d'un édifice (murs, fenêtres, toit) de même les composantes passives des systèmes mécaniques et électriques (les conduits, les tuyaux et les filtres ou les volets du dispositif d'éclairage) ne consomment pas directement d'énergie, mais ils influent sur la quantité d'énergie qui est finalement consommée.

L'équipement servant à la première transformation énergétique, tels que les brûleurs au charbon, à l'huile ou au gaz, les fournaises, de même que les compresseurs et systèmes de refroidissement des réfrigérateurs, les moteurs, les dispositifs électriques d'éclairage, consomment de l'énergie non seulement pour alimenter la " charge de bâtiment " mais également en compensation de la " charge de distribution ".

L'expression " charge de bâtiment " signifie la quantité d'énergie (en BTU ou Kilowatts) qui serait nécessaire pour maintenir les conditions ambiantes désirables à l'intérieur et pour faire fonctionner tout l'appareillage du bâtiment, si les systèmes de distribution et de transformation d'énergie donnaient leur plein rendement.

La " charge de distribution " ou " charge parasite ", est une mesure de l'énergie employée pour distribuer l'énergie, une fois transformée, nécessaire à la charge du bâtiment.

L'efficacité du système de transformation énergétique détermine en définitive la quantité réelle d'énergie qui est utilisée par les deux types de charge. (L'expression " système de transformation énergétique " s'applique ici aux dispositifs convertissant le combustible en chaleur, et l'électricité en courant et lumière).

L'emploi d'énergie dépend donc de deux facteurs principaux, à savoir, l'ampleur et la durée d'application des charges ainsi que l'efficacité saisonnière du système de conservation énergétique.

Les charges de bâtiment diminueront si les degrés de température ambiante et d'humidité relative sont modifiés de façon à être plus élevés en été et plus bas en hiver qu'auparavant (ceci excluant certains systèmes qui comprennent un mécanisme de chauffage additionnel).

La diminution des pertes et des gains de chaleur ainsi que des infiltrations d'air à travers l'enveloppe du bâtiment, le ralentissement du débit de ventilation contribueraient à réduire ces charges. Il en serait de même si la température de l'eau chaude et sa consommation étaient plus faible, si le niveau d'incandescence des éléments électriques de chauffage étaient plus bas, et enfin si certains objets tels les ascenseurs, la machinerie de bureau ou les appareils de cuisine étaient utilisés moins longtemps.

Il est préférable d'étudier la charge de bâtiment sur une base saisonnière plutôt qu'en regard des seules conditions d'utilisation maximale.

Bien que deux bâtiments puissent avoir une charge de chauffage identique aux heures de pointe, sur une base saisonnière, la charge de l'un peut s'avérer beaucoup plus lourde à cause de la durée des périodes d'utilisation maximales ou de la durée des conditions s'en approchant.

En diminuant la puissance requise pour le fonctionnement des ventilateurs et des pompes, en diminuant les pertes et les gains de chaleur provenant des conduits et des tuyaux et enfin en éliminant les pertes d'air, d'eau et de vapeur, il nous sera possible d'alléger les charges de distribution. Ces charges sont souvent trop élevées parce que les systèmes de distribution ont été conçus pour fonctionner continuellement à leur pleine capacité, requise seulement lors des périodes de pointe, en dépit du fait que celles-ci se déroulent pendant un laps de temps relativement court, normalement, elles occupent moins de 5% d'une année.

Le rendement de pointe est habituellement évalué sur une période d'une heure. Le rendement saisonnier, c'est-à-dire le rapport du travail utile pendant une période donnée, (exprimée en BTU) des équipements et systèmes à la valeur en BTU de combustible ou d'électricité consommé par ce même équipement, pendant le même temps, constitue un meilleur mode d'évaluation, car il indique également la moyenne pour toute une saison.

4.1.2. Réduction des charges et amélioration du rendement des systèmes de transformation .

Si nous voulons réduire effectivement les charges de bâtiment et les charges de distribution et améliorer le rendement des systèmes de transformation première, nous devons les aborder en séquence, puisque les derniers dépendent de l'ampleur des premiers. Par exemple, la possibilité de réduire les charges de distribution est fonction des caractéristiques et des conditions d'opération des systèmes de distribution.

Les changements mis en oeuvre pour des raisons spécifiques entraînent souvent des effets secondaires qui réduisent à leur tour la consommation d'énergie.

Par exemple, la diminution du niveau d'éclairage couplée à l'augmentation de l'efficacité du système d'éclairage a pour effet de réduire la charge de refroidissement. Par contre, la charge de chauffage se trouve augmentée puisque le nombre d'appareils d'éclairage est plus petit.

Cependant, il est plus efficace de chauffer davantage par le système de chauffage que par celui d'éclairage. Dans les grands édifices à bureaux, les écoles et les magasins, où la chaleur se dégageant des lumières contribue en bonne part à la dépense d'énergie pour la climatisation, il est doublement important d'apporter des correctifs au système d'éclairage.

A travers tout le Canada, les systèmes consommant le plus d'énergie sont par ordre d'importance: le chauffage et la ventilation, l'éclairage, la climatisation et la ventilation, l'équipement et les divers procédés de transformation ou de distribution, et l'eau chaude domestique. Cependant, l'ordre des trois premiers consommateurs peut se modifier, selon le climat, la construction du bâtiment, sa destination et son mode de fonctionnement, et en fonction du type, des dispositifs de contrôle et du rendement des systèmes mécaniques et électriques.

La quantité d'énergie dévolue au chauffage de l'eau est plus importante quand il s'agit d'hôpitaux, d'habitation et des équipements sportifs, des cuisines d'écoles et de collèges.

Dans plusieurs régions du pays, la quantité d'énergie employée au chauffage de l'eau est plus grande que celle allant à l'éclairage. Par contre, dans les magasins de vente au détail qui ont un degré général d'illumination élevé et ont des vitrines éclairées, ou bien qui comportent plusieurs réfrigérateurs commerciaux, c'est l'électricité qui consomme la plus grande quantité d'énergie.

Dans les zones climatiques où l'hiver est relativement doux (moins de 2 500°/jours) la charge saisonnière de climatisation peut être plus importante que la charge saisonnière de chauffage et demande plus d'énergie, selon l'efficacité relative de chacun de ces systèmes.

4.2 LE POTENTIEL DE CONSERVATION ENERGETIQUE

Sept facteurs clefs influent sur le potentiel énergétique des édifices existants. Il convient de les analyser si nous voulons arriver à réduire la consommation d'énergie des édifices. Ces facteurs s'établissent comme suit:

1. Les facteurs spécifiques entraînant une dépense d'énergie dans l'édifice.

2. Le degré de dépense excessive d'énergie dans le contrôle environnemental. (chauffage, ventilation, climatisation, éclairage, eau chaude et services essentiels).

3. Les possibilités de modifier la graduation des appareils de contrôles environnementaux, ainsi que celles de modifier l'utilisation, l'entretien et le mode d'opération d'un bâtiment de manière à réduire la consommation énergétique.

4. Le rendement des systèmes électriques et mécaniques et les possibilités de réduire la consommation en apportant des modifications à leur contrôle et à leur quincaillerie, ou en les remplaçant, les cas échéant.

5. Les matériaux de la configuration et l'état de l'enveloppe du bâtiment (toit, murs, fenêtres et portes) et leur influence sur la consommation d'énergie et les possibilités de réduire la charge de bâtiment en modifiant cette enveloppe.

6. L'établissement du profil des charges pour chaque période de 24 heures, afin de déterminer les causes et l'ampleur des charges d'électricité de pointe.

7. Enfin de voir les diverses solutions possibles ayant trait aux énergies de rechange , de façon à réduire à la fois la consommation de combustibles fossiles et le coût d'opération en résutant.

4.3 ESTIMATION DES COUTS ENERGETIQUES

Il est évident qu'avant d'entreprendre toute analyse de l'énergie employée par le domaine de la construction, il convient d'obtenir des données précises par l'estimation des coûts énergétiques, incluant également les coûts indirects sociaux, environnementaux et relatifs à la santé et à la sécurité.

Conserver l'énergie implique dans la plupart des cas d'augmenter le coût capital de la construction. Cet investissement, par contre s'amortit assez rapidement et devient plus profitable, en termes de coûts énergétiques.

Dans un marché où la priorité est accordée au bas coût d'une construction, alors que sa durabilité et sa fiabilité arrivent loin derrière, l'idée d'augmenter les coûts de construction pour rentabiliser le bâtiment à long terme, par des coûts réduits d'opération, n'est pas ventable. Cela signifie que nous devons changer notre mentalité de consommateurs.

Si l'investissement dans une construction s'étale sur une période de 20 à 30 ans (durée usuelle des prêts hypothécaires), les coûts énergétiques implicites pour cette même période sont la plupart du temps omis.

Les consommateurs n'empruntent pas moins à la limite de leur crédit, et deviennent très conservateurs quand il s'agit d'approuver des dépenses publiques. Prenons par exemple le scénario typique d'un projet de construction d'école: l'architecte fait les plans, les coûts de construction sont estimés et soumis à la commission scolaire qui refuse d'allouer un budget aussi élevé. L'architecte reprend son design et rogne sur certains éléments qui étaient trop coûteux dans l'immédiat, mais dont l'emploi aurait aidé à réduire, à long terme, les coûts d'opération du bâtiment.

C'est le même cercle vicieux qui se produit au niveau des administrations provinciales qui ont une programmation budgétaire annuelle. Presqu'à tout coup, une bataille s'engage pour justifier les coûts des constructions,ce qui a pour effet que les édifices publics donnent rarement l'exemple au point de vue de la conservation énergétique.

L'idée qu'il vaut mieux investir maintenant et économiser plus tard a toujours eu la faveur du public et dans la conjoncture actuelle, il semble que rien ne peut la modifier.

Dans le secteur privé, pour des raisons de liquidité du " cash-flow " le résultat est le même: on n'investit pas à long terme dans la construction d'édifices ou d'usines. Les déductions d'impôt relatives aux dépenses énergétiques ou aux coûts d'opération n'encouragent pas, en fait, l'amélioration de la qualité de la construction.

A cause de la mentalité prévalant dans le marché de la construction (contrat accordé généralement au plus bas soumissionnaire), il n'y a pas moyen de réaliser des investissements relatifs à une planification à long terme, et ce fait agit au détriment des économies d'énergie.

Des correctifs s'imposent afin que le marché reconnaisse comme rentable les économies réalisées en dernier lieu grâce à un investissement dans la conservation énergétique, bref, afin qu'il existe des supports à une planification à long terme.

4.4 CONSIDERATIONS TECHNOLOGIQUES

Il s'avère essentiel d'étudier des solutions techniques relativement simples, notamment le design fondé sur la climatologie, qui permettraient tout aussi bien de respecter les normes de confort requises dans un bâtiment.

L'adéquation d'une solution technique se vérifie en fonction de l'usage qu'elle fait de l'énergie et de la source de cette énergie. En d'autres termes, la technologie doit être proportionnée soit par le biais de son équipement, soit par le design d'édifices, à la nature et à la quantité des besoins en énergie.

Il en va de même, par exemple, pour l'eau chaude d'appoint: dans bien des cas, les collecteurs solaires suffisent à fournir la température relativement basse qui est demandée, et ce, de façon plus économique que n'importe quelle autre forme d'énergie.

Le second volet d'une technologie consiste en une meilleure utilisation des ressources et des moyens existants, y compris les techniques de recyclage et de rénovation de bâtiments ainsi que le design de bâtiments et de produits durables.

Nous assisterons probablement à une augmentation de l'utilisation de ressources et de matériaux locaux dans la construction, dès que les coûts énergétiques reliés au transport seront reflétés dans les prix du marché.

A titre d'exemple, nous verrons l'adobe davantage employé dans le sud-ouest américain, le bois local entrer dans la fabrication de contreplaqué dans le sud-est, et l'emploi de résidus de soufre comme liant des blocs structuraux en maçonnerie. L'étude des nombreux dispositifs techniques économisant l'énergie et de leur réajustement à peu de frais fait également partie de cette nouvelle approche. Par exemple, réduire le nombre d'appareils d'éclairage ou contrôler le réglage des thermostats coûte peu et sauve de l'énergie.

Une technologie"adaptée " devrait également englober le travail effectué par les mouvements populaires qui allient, dans des projets communautaires, l'apprentissage d'un métier et l'exécution de corvées à une technique de construction relativement simple. Ainsi les innovations en matière de technologie seraient insérées dans un contexte d'amélioration de l'environnement et des conditions sociales, car ceux qui sont principalement touchés par ces questions y participeraient directement.

4.5 LA CONSERVATION DE L'ENERGIE ET L'AMELIORATION DE LA QUALITE DE L'ENVIRONNEMENT

Pour contrer l'argument qu'invoquent certains tenants du progrès technologique à savoir que les changements sociaux dépendent complètement de ce progrès, nous répliquerons que la technologie ainsi que l'expertise nécessaire, la capacité de production, et la main-d'oeuvre requise pour la réalisation effective de la conservation d'énergie, existent déjà. Mais, en réalité, ce sont des programmes de mesures incitatives tant d'ordre social qu'économique qui s'avèrent nécessaires.

Il s'avère essentiel que l'on reconnaisse l'apport de la conservation de l'énergie à l'amélioration de la qualité de l'environnement, afin de créer un climat social favorable à la conservation énergétique. Bien que par stricte nécessité, le débat énergétique soit centré sur des questions d'efficacité énergétique, ce sont des raisons d'ordre culturel, esthétique et écologique qui motiveront la société à agir en fonction de la conservation de l'énergie.

De nombreux changements dépendent de paramètres légaux et financiers qui, actuellement, empêchent une action efficace du milieu, soit à cause de politiques d'investissements massifs, affectant ainsi les structures locales d'investissements, soit à cause des conditions défavorables à la petit entreprise et à la participation communautaire. Plus explicitement, décentraliser les sources énergétiques dépend de la décentralisation des structures économiques. Pour corroborer ce fait, nous n'avons qu'à comparer le haut taux d'intérêt qu'a à encourir l'individu qui emprunte pour faire installer un système solaire de chauffage et les crédits d'impôts, les rabattements d'intérêt obtenus par celui qui, pour augmenter la capacité de production de courant, installe divers systèmes. Comparons encore les possibilités de réduction des tarifs pour ceux qui utilisent des produits industriels bruts, d'avec celles que rencontrent d'autres types d'utilisateurs; dans ce sens, ces derniers subventionnent la consommation d'énergie par l'industrie. Ces exemples ne signifient pas que ces mesures, crédits d'impôt ou rabattement des taux d'intérêts, sont mauvaises ou inapropriées, mais ils démontrent qu'elles ont certainement un effet dissuasif sur les investissements requis par la conservation énergétique.

Il s'agit plutôt de soulever le problème de l'équité dans l'obtention du capital nécessaire autant à la conservation qu'à la production d'énergie.

En résumé, nous dirons qu'à une technologie adaptée doit se greffer une sociologie également adaptée, si c'est ainsi que nous pouvons définir le processus d'application de solutions innovatrices correspondant à de nouveaux critères de qualité énergétique et environnementale dans le design, la construction et l'occupation et l'entretien d'édifices.

Si l'environnement est l'expression physique d'une culture donnée, alors toute modification à la façon dont il est planifié doit être soutenue par une volonté sociale.

Le rappel de ces idées n'a pas pour but d'élaborer une liste exhaustive de nouvelles solutions, mais veut souligner le nombre et la variété de concepts à prendre en considération si nous voulons amorcer un programme d'action d'ensemble visant à la conservation énergétique à l'échelle de la construction.

Bien que le nombre de facteurs en cause peut nous sembler décourageant, cela ne devrait pas nous empêcher d'agir. L'idée sous-jacente à tout programme novateur est la simultanéité des actions entreprises, si petites soient-elles.

Tout comme un groupe de personnes arrive à soulever une lourde table avec leurs doigts, un effort réciproque mis en oeuvre au même moment facilite grandement la tâche. Dans ce sens, notre ressource la plus précaire est le temps et non l'énergie.

4.6 AMORCES DE LA CONSERVATION

4.6.1. Niveaux d'interventions

La pratique architecturale est en voie de se réorienter vers le design d'édifices efficaces en termes d'énergie. A l'heure actuelle, c'est la mise en oeuvre de la conservation qui achoppe.

L'institut royal d'architecture du Canada estime qu'il y a trois paliers d'interventions à envisager pour résoudre des difficultés de mise en oeuvre.

Le premier, relativement facile à réaliser, consiste à utiliser les dispositifs techniques de contrôle climatique de manière à réduire les pertes d'énergie, à peu de frais et sans entraîner des changements importants dans la façon conventionnelle de construire.

Le second est de s'attaquer au mode de consommation énergétique dans l'environnement bâti, par un meilleur design des bâtiments, des systèmes de transports et autres biens de consommation. Les possibilités d'améliorer le design reposent sur les changements à faire au niveau de l'encadrement institutionnel de l'industrie de la construction, qui a le plus souvent un effet décourageant sur la réalisation d'objectifs, pourtant reconnus, visant la conservation d'énergie.

Le troisième niveau d'interventions, le plus difficile, mais essentiel, si nous voulons assumer nos responsabilité vis-à-vis d'une grande partie du monde qui ne possède même pas les ressources énergétiques de base et vis-à-vis des générations futures, consiste à réajuster nos valeurs culturelles et nos comportements sociaux en fonctions d'une éthique de conservation.

Le fait d'envisager la conservation énergétique selon ces trois niveaux d'intervention nous permettra de rattacher notre capacité créatrice à des objectifs sociaux et culturels, si bien que nos designs répondront adéquatement à une éthique, seront cohérents au plan esthétique et comporteront des nouveaux aspects techniques bien intégrés.

En dépit des difficultés manifestes que rencontrera un tel programme, nous assisterons à un renouveau d'intérêt envers la qualité ce qui permet d'être assez optimistes et de demeurer motivés. En nous basant sur des critères qualitatifs nous pourrons évaluer les diverses technologies et départager celles nuisibles à l'environnement de celles s'y intégrant ou ayant une action symbiotique. Ce sont ces dernières qui nous aideront à retrouver un état d'équilibre en regard des nécessités écologiques, qui en définitive, circonscriront notre démarche; ce sont elles encore qui nous permettront de renouer avec la nature et partant, de nous retrouver.

4.6.2. Rechercher la qualité et non la quantité

Nous définirons la qualité d'énergie plutôt que sa quantité comme la mesure de rendement dans l'emploi d'énergie pour répondre à un besoin donné. Voici quelques exemples pour illustrer cette définition.

Un collecteur solaire qui chauffe l'eau à 130^{o} F. pour un usage domestique est plus efficace à cet effet qu'une lointaine centrale énergétique. L'édifice construit selon des principes de design " bioclimatiques" l'est plus que celui pour lequel il est nécessaire d'acheter de l'énergie en palliatif au fait que son concepteur a négligé les principes des mouvements naturels d'énergie.

Une pompe de chaleur qui utilise des réserves de chaleur existantes est plus efficace que le chauffage par résistance électrique des bâtiments.

Viser à utiliser des sources d'énergie ainsi que des techniques de transformation en conjugaison avec la qualité énergétique d'un produit donné, nous fournit une base d'analyse pour mettre au point une technologie des systèmes de construction qui minimiserait l'entropie et maximiserait la récupération de toute énergie dégagée lors des processus de transformation.

La qualité du design en termes de conservation énergétique, s'évalue non pas par une abondance de détails- ce qui serait encore trop caractéristique du système actuel de production et de consommation - mais au contraire par la sobriété ou l'élégance du résultat final, qui acquiert une valeur artistique avec une économie de moyens.

Cette définition ne prêche pas en faveur d'une esthétique spartiate simpliste ou d'un strict fonctionnalisme. L'acte créateur a toujours été soumis à une discipline rigoureuse, de l'inspiration jusqu'à l'exécution.

La conservation énergétique nous fournit, en fait, de nouveaux termes d'analyse; elle représente peut-être le stimulant le plus important à ce que nous incarnions dans le design les nouvelles aspirations culturelles issues d'une éthique de conservation.

Au lieu d'utiliser l'énergie et les ressources naturelles aux fins de la technologie, un design de qualité utilisera la technologie de façon à nous réinsérer dans le contexte écologique. La qualité de l'environnement et la conservation énergétique ne sont pas incompatibles, quoi qu'en pensent certaines personnes qui préconisent une baisse des contrôles ayant trait à l'environnement.

A chaque fois que de l'énergie sous forme conventionnelle est utilisée, un effet sur l'environnement se fait sentir, que ce soit par le gaspillage ou bien par la pollution. La conservation énergétique est un choix sensé pour quiconque veut diminuer un tel impact sur l'environnement. Il n'est pas nécessaire d'augmenter la consommation d'énergie pour améliorer la qualité de la vie. La croissance économique et sociale, de même que leur stabilité ne sont d'aucune manière menacées par la conservation d'énergie. Il n'y a pas corrélation entre une forte utilisation d'énergie et un niveau de vie élevé; le niveau de vie dans d'autres sociétés industrielles avancées, telle que la Scandinavie, où la consommation par capita d'énergie est la moitié moins élevée qu'en Amérique du Nord, en témoigne. De fait, la conservation de l'énergie permet d'économiser du capital qui peut dès lors être alloué à la réalisation nécessaire de programmes sociaux et à la création d'emplois.

4.7 CONCLUSION

La qualité de la vie, de l'environnement, du design et de l'énergie sont donc totalement interdépendants. L'étude et la réalisation des solutions aux problèmes liés aux ressources et à l'énergie demande une coopération sans précédant entre toutes les branches de la société, entre les secteurs privés et publics, du niveau local jusqu'au niveau international. Nous sommes en mesure d'améliorer la qualité de nos bâtiments, de nos villes, de notre territoire et de l'énergie en cessant de gaspiller nos ressources et en nous donnant des objectifs qualificatifs plutôt que quantitatifs pour répondre aux besoins d'ordre social et d'ordre technique. Une concertation des mesures a entreprendre en fonction de la conservation s'impose si nous voulons atteindre un tel but.

CHAPITRE 5

LA PLANIFICATION ENERGETIQUE

5.1 LA CONSERVATION

Harvey Brooks et Edward Ginzton, vice-présidents du " United States Committee on Nuclear and Alternative Energy Systems " (CONAES) du Conseil national de recherches américain, dans leur rapport soumis au président du conseil Philip Handler, soulignaient " l'importance primordiale de la conservation énergétique " et faisaient état de la nécessité de réduire la dépendance à l'égard du pétrole importé, soit par la conservation énergétique, soit par l'adoption de nouvelles technologies. La conclusion de ce rapport se formulait ainsi:

> All in all, conservation deserves the highest immediate priority in energy planning. In general, throughout the economy it is now a better investment to save a BTU than to produce an additional one.

Au sujet des risques et des conséquences probables d'une pénurie d'énergie, il faisait les remarques suivantes:

> For the most part, conservation is the least risky energy strategy from the standpoint of direct effects on the environment and public health.... The maximum conservation achievable without adverse socio-economic effects will likely have health and environmental benefits and should have highest priority in policies to reduce the risks of energy systems.

Gordon N. Patterson, de l'institut de recherches aérospatiales de l'Université de Toronto, déclarait pour sa part, dans son ouvrage The Race for Unlimited Energy que:

> The pressures on the energy system imposed by depleting fuel ressources, environmental controls, and constraints on capital can be alleviated by conservation.
>
> Although the public in general endorses the ethic of conservation, it shows little enthusiasm for supporting implementation. Public attitudes change slowly except in acute crisis. Can we change quickly from our life style based on the unrestrained use of cheap, abundant energy to the practice of conservation as a way of life ? For example, will public attitudes change to emphasize the efficiency of equipment rather than convenience, appearence and low initial cost. The curtailment of energy utilization by economic or political controls can be considered only after a thorough study of the close coupling between growth and adequate supplies of energy and of the possible effects of conservation on this coupling.
>
> The implementation of energy conservation through carefully considered pricing, regulations, subsidies, new technology, and a promotion of a public awareness of the need is more likely to point to moderation in energy consumption without detrimental effects on life style or the economy....
>
> In Canada, if energy consumption persists in increasing exponentially, the short term will be lengthened by only about a dozen years even if a effective program of conservation is mounted.

5.2 " L'ENERGIE DOUCE "

M. Amory Lovins, au cours d'un séminaire portant sur les énergies douces qui se tenait à l'Université Trent en octobre 1978, préconisait l'adoption d'une approche énergétique " douce " comportant trois principaux aspects de réalisation technique.

- Le premier était d'utiliser plus efficacement le combustible que nous avons;
- Le second était de se le procurer de plus en plus au moyen de technologies douces;
- Enfin, pendant une période de transition, de nous servir intelligemment des combustibles fossiles.

Lovins disait ensuite que l'approche énergétique douce se distingue de l'approche conventionnelle, non par la quantité d'énergie que nous utilisons ni par le choix de l'équipement et de la machinerie, mais bien plus par leurs différences structurelles et politiques.

Ces deux approches réflètent également deux points de vue très différents sur la question énergétique. L'approche " dure " ou conventionelle présume que notre bien-être est relatif à la quantité d'énergie que nous utilisons. Ce qui revient à faire de l'énergie une fin en soi.

Dans l'approche " douce ", la quantité d'énergie employée pour réaliser des objectifs sociaux est considérée non comme une preuve de succès mais comme une preuve de notre échec. Nous connaissons depuis peu, un développement très rapide de nombreuses et de diverses technologies douces, et ce, principalement hors des cadres et des programmes officiels. Si nous faisions la somme de toutes ces technologies à la veille d'être commercialisées, ou l'étant déjà, de par le monde, nous verrions qu'elles sont plus que suffisantes à la satisfaction de nos besoins réels.

L'approche douce n'est aucunement l'adversaire de la technologie. Elle comporte des défis techniques passionnants, mais différents sinon étrangers pour certaines gens; sa sophistication réside non dans sa complexité mais dans sa simplicité.

L'approche douce comporte des coûts d'immobilisation (dépenses capitales) beaucoup moindres. Il n'y a pas, de coûts relatifs au combustible sauf pour la bio-masse et il y a un meilleur " cash flow "; cette approche est plus immédiate et il est possible de faire plus avec un même capital opérationnel.

5.3 CONSERVER PLUTOT QUE D'IMPORTER

Dans le rapport Energy Future produit par le Harvard Business School, Daniel Yergin exprimait le fait que la conservation de l'énergie est nécessaire, sinon de première importance pour pallier aux importations de pétrole.

Dans le chapitre six de ce rapport, il écrivait que:

> There is a source of energy that produces no radioactive waste nothing in the way of petrodollars, and very little pollution. Moreover, the source can provide the energy that conventional sources may not be able to furnish. Unhappily, however, it does not receive the attention it deserves.
>
> The source might be called energy efficiency.... but the energy source is more generally know by the more prosaic term conservation.... Conservation is no less an energy alternative than oil, gas, coal or nuclear Indeed, in the near term, conservation could do more than any of the conventional sources to help the country deal with the energy problems it has...
>
> The barriers to the potential savings through conservation are very great, but they are rarely technological. Although some of the barriers are economic, they are in most cases institutional, political and social. Overcoming them requires a governement policy that champions conservation, that gives it a chance equal in the market place to that enjoyed by conventional sources of energy.

Cette évaluation corrobore ce que nous avons exposé dans le chapitre 4.

CHAPITRE 6

LA CONSERVATION ENERGETIQUE

6.1 LES PRINCIPAUX MODES

La conservation de l'énergie se définit et s'explique mal. Elle implique aussi bien une foule de choses matérielles - pompes de chauffage, isolation, nouvelles machineries - qu'elle demande un changement dans les méthodes et, c'est peut-être encore plus important, elle exige un engagement soutenu pour sa promotion et sa réalisation.

Le premier mode de conservation pourrait résulter d'un rationnement général. Quand l'approvisionnement est soudainement interrompu, l'économie d'énergie s'impose car les usines ferment et des journées de travail sont perdues. Si nous agissons pas immédiatement et ce, d'une façon appréciable, nous pouvons nous attendre à d'autres coupures dans le futur.

La conservation peut s'effectuer deuxièmement, par la révision complète de nos comportements. A l'extrême, nous pourrions aller jusqu'à empêcher légalement le développement suburbain, forçant ainsi la population à vivre dans les centres urbains, dans des immeubles en hauteur n'ayant aucun espace de stationnement.

Pour bien des gens, la conservation de l'énergie signifie rationnement ou reconditionnement. Mais il existe une troisième façon de conserver l'énergie: en envisageant celle-ci comme une sorte d'adaptation; celle -ci implique aussi bien d'isoler les maisons que de rendre les automobiles, les produits et procédés manufacturiés et les appareils ménagers plus efficaces, que de prévenir et de récupérer les pertes de chaleur.

Dans cette optique, la conservation est productive. Elle encourage à changer notre mode de fonctionnement quotidien ainsi que notre stock bâti, nous permettant ainsi d'économiser de l'énergie sans perturbation majeure des systèmes économique et social.

La récupération des bâtiments s'inscrit dans l'optique d'une conservation productive. Pourtant le gouvernement fédéral n'a pas encore un programme national d'envergure encourageant la récupération, ou réhabilitation d'édifices. La rapidité avec laquelle le processus de réhabilitation permet de faire des économies substantielles est un argument de plus en faveur d'une politique gouvernementale plus incitative, qui pourrait s'exprimer en allégements fiscaux. Une telle politique soulignerait l'importance de la réhabilitation de bâtiments et stimulerait en ce sens les propriétaires d'habitation, les entrepreneurs et les producteurs de matériaux. La réhabilitation deviendrait donc économique pour certains, et de surcroît, viable et réalisable. Les normes et réglementations auraient besoin d'être réajustées en conséquence et des projets pilotes s'imposent.

6.2 LES PRINCIPAUX OBSTACLES

Le principal obstacle auquel se bute la conservation énergétique réside dans ce qu'elle est: elle est en effet un domaine très fragmentaire qui manque certainement de prestige. Il est plus facile au gouvernement d'entreprendre une action d'envergure, mais cela n'aide en rien ce type de conservation énergétique.

Tel que le mentionne le rapport Energy Future " la conservation met en jeu cinquante mille ou cinquante millions de choses, de la plus petite à la plus grande, non à un endroit centralisé où l'énergie est produite mais bien dans des milieux décentralisés où elle est consommée. La conservation est terre-à-terre voir terne.

Ce manque d'éclat est la cause d'un intérêt mitigé non seulement du public et du gouvernement mais encore des milieux scientifiques à l'égard de la conservation énergétique.

Un deuxième obstacle réside dans la façon dont s'est constitué le débat énergétique au pays. Les tentatives d'orienter le débat de façon à ce que la conservation de l'énergie soit reconnue véritablement comme option valable face à la crise énergétique, ont été lentes à venir, et en définitive inappropriées.

Un troisième obstacle consiste en une attitude de laissez-faire économique. La conservation, dans cette optique, fait partie des règles du jeu du marché, et le niveau actuel d'interventions en ce domaine est considéré comme une réponse rationnelle aux coûts actuels.

En quatrième lieu, il y a une conception fondamentalement erronée du rapport unissant l'utilisation d'énergie à la croissance économique. Les données relatives à cette conception semblent indiquer qu'il est possible d'effectuer des économies considérables d'énergie, sans rien changer dans notre mode de vie présent.

CHAPITRE 7

ROLE ATTENDU DES GOUVERNEMENTS ET RECOMMANDATIONS A L'EGARD DU GOUVERNEMENT FEDERAL.

Les politiques gouvernementales sont très importantes pour règler les difficultés rencontrées par la conservation dans les processus industriels, telles que nous les avons décrites plus haut.

Actuellement,ce que signifient les prix est très confus et demande clarification. Il faudrait hausser légèrement les prix pour qu'ils réflètent la valeur réelle de l'énergie, aujourd'hui. Ceux qui préconisent le contrôle des prix devraient réaliser que les coûts relativement bas que nous avons à assumer, ici, ont pour effet de retarder la conservation énergétique industrielle et d'augmenter les probabilités que ceux-ci seront prochainement beaucoup plus élevés. Il est évident que les directeurs d'entreprises ne prendront pas au sérieux la nécessité d'investir dans la conservation de l'énergie tant qu'ils ne seront pas convaincus du fait qu'ils paieront l'énergie plus cher dans quelques années qu'aujourd'hui.

A cette légère hausse des prix doivent se greffer des modalités émanant de la volonté politique, qui contribueraient à intensifier la conservation de l'énergie et à lui donner une chance de se mesurer aux modes conventionnels d'approvisionnement. Bien que depuis 5 ans, tous les niveaux gouvernementaux tant fédéral que provincial et municipal, interviennent de plus en plus dans le domaine de la conservation énergétique, l'Institut Royal d'Architecture du Canada considère que les politiques et programmes mis de l'avant sont encore insuffisantes. L'Institut tient à souligner que le Ministère fédéral des Travaux Publics, celui de l'Energie des Mines et des Ressources ainsi que le Ministère de l'Energie de l'Ontario, de même que certaines industries et associations de marchands et d'industriels ont fait des efforts appréciables.

Cependant, nous n'en sommes qu'au commencement d'une conservation productive d'énergie. Nous recommandons alors que le gouvernement fédéral envisage la réalisation des mesures suivantes:

1- Que le minstère de l'Energie, des Mines et des Ressources mette un accent accru sur la conservation énergétique dans la programmation et qu'il alloue un budget substantiel à la promotion de la conservation.

2- Que soit mis de l'avant un projet spécial de recyclage et de réhabilitation des bâtiments où interviendraient tant les Services de construction fédéraux que les professionnels et industriels impliqués dans le design et la construction.

3- Qu'un programme public d'information sur l'importance de la conservation de l'énergie en tant que solution de rechange soit préparé et mis en oeuvre.

4- Qu'un programme d'encouragements fiscaux, qui faciliterait une plus grande participation de l'industrie de la construction et des propriétaires canadiens à des projets de conservation soit envisagé.

5- Enfin que les ministères et Services impliqués dans les questions d'approvisionnement et de conservation énergétique apportent une collaboration étroite et soutenue aux corps professionnels et aux industriels concernés.

BIBLIOGRAPHIE

Energy in Transition 1985-2010. Final report of the Committee on Nuclear and Alternative Energy Systems, National Research Council. W.H. Freeman and Company, San Francisco, 1980.

The Race for Unlimited Energy. Gordon N. Patterson, Institute for Aerospace Studies, University of Toronto. Hunter Rose Company, Toronto, 1979.

Energy Future. Report of the Energy Project at the Harvard Business School. Edited by Robert Stobaugh and Daniel Yergin. Random House, New York, 1979.

Architecture and Energy. Richard Stein, Cooper Union. Anchor Press/Doubleday, Garden City, 1978.

Energy Conservation Through Building Design. Donald Watson (ed.) McGraw Hill, New York, 1979.

Soft Energy Paths from Alternatives. Journal of Friends of the Earth Canada. Trent University, Peterborough. Summer-Fall, 1979.

The Twenty-Ninth Day. Lester R. Brown, President, World Watch Institute. Norton, New York, 1978.

Canada Post Postage paid
Postes Canada Port payé
Third class
Troisième classe
K1A 0S7
HULL

If undelivered, return COVER ONLY to:
Canadian Government Printing Office,
Supply and Services Canada,
45 Sacré-Coeur Boulevard,
Hull, Québec, Canada, K1A 0S7

En cas de non-livraison,
retourner cette COUVERTURE SEULEMENT à:
Imprimerie du gouvernement canadien,
Approvisionnements et Services Canada,
45, boulevard Sacré-Coeur,
Hull, Québec, Canada, K1A 0S7

WITNESSES—TÉMOINS

From The Royal Architectural Institute of Canada:
Mr. J. Douglas Miller, MRAIC, Vice-President;
Mr. Robbins Elliott, Executive Director;
Miss Madeleine Demers, Architect.

De l'Institut royal d'architecture du Canada:
M. J. Douglas Miller, MRAIC, vice-président;
M. Roblins Elliott, directeur exécutif;
Mlle Madeleine Demers, architecte.

Available from the Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, Hull, Quebec, Canada K1A 0S9

En vente: Centre d'édition du gouvernement du Canada, Approvisionnements et Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

Publications

HOUSE OF COMMONS

Issue No. 33

Thursday, December 4, 1980

Chairman: Mr. T. H. Lefebvre

CHAMBRE DES COMMUNES

Fascicule nº 33

Le jeudi 4 décembre 1980

Président: M. T. H. Lefebvre

DEPOSITORY LIBRARY MATERIAL

Minutes of Proceedings and Evidence of the Special Committee on

Alternative Energy and Oil Substitution

Procès-verbaux et témoignages du Comité spécial de l'

Énergie de remplacement du pétrole

RESPECTING:

Study on alternative energy and oil substitution

CONCERNANT:

Étude de l'énergie de remplacement du pétrole

WITNESSES:

(See back cover)

TÉMOINS:

(Voir à l'endos)

First Session of the
Thirty-second Parliament, 1980

Première session de la
trente-deuxième législature, 1980

29352—1

SPECIAL COMMITTEE ON ALTERNATIVE ENERGY AND OIL SUBSTITUTION

Chairman: Mr. T. H. Lefebvre

Messrs.

Corbett
Gurbin
MacBain
McCauley

COMITÉ SPÉCIAL DE L'ÉNERGIE DE REMPLACEMENT DU PÉTROLE

Président: M. T. H. Lefebvre

Messieurs

Portelance
Rose

(Quorum 4)

Le greffier du Comité

J. M. Robert Normand

Clerk of the Committee

Published under authority of the Speaker of the House of Commons by the Queen's Printer for Canada

Available from the Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

Publié en conformité de l'autorité de l'Orateur de la Chambre des communes par l'Imprimeur de la Reine pour le Canada

En vente: Centre d'édition du gouvernement du Canada, Approvisionnements et Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

MINUTES OF PROCEEDINGS

THURSDAY, DECEMBER 4, 1980
(46)

[*Text*]

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met in the Council Chamber—National Research Council—Montreal Road, at 1:16 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

Witnesses: From National Research Council Canada: Dr. Larkin Kerwin, President; Mr. W. A. Cumming, Senior Vice-President; Dr. P. A. Redhead, Group Director, Physical & Chemical Laboratories; Dr. E. P. Cockshutt, Manager, Energy R & D Program; Dr. R. P. Overend, Coordinator, Renewable Energy.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

Dr. Kerwin made an opening statement.

The witnesses answered questions.

At 2:45 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

PROCÈS-VERBAL

LE JEUDI 4 DÉCEMBRE 1980
(46)

[*Traduction*]

Le Comité spécial sur l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui dans la salle du Conseil—Conseil national de recherches—chemin Montréal, à 13 h 16, sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef et gestionnaire des projets du Comité.

Témoins: Du Conseil national de recherches Canada: M. Larkin Kerwin, président; M. W. A. Cumming, vice-président principal; M. P. A. Redhead, directeur de groupe, Laboratoires physique et chimique; M. E. P. Cockshutt, directeur, Programme de l'énergie, R & D; M. R. P. Overend, coordonnateur, Énergie renouvelable.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir Fascicule nº 1.*)

M. Kerwin fait une déclaration préliminaire.

Les témoins répondent aux questions.

A 14 h 45, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

Le greffier du Comité

J. M. Robert Normand

Clerk of the Committee

EVIDENCE

(*Recorded by Electronic Apparatus*)

Thursday, December 4, 1980

• 1330

[*Text*]

Le président: Order, please. Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole vous remercie, docteur Kerwin, de l'acceuil chaleureux que vous et vos partenaires nous avez réservé et nous apprécions grandement que vous ayez organisé un programme des plus intéressants. Il nous fait plaisir d'être ici et de vous entendre ainsi que tous ceux qui vous accompagnent. Ce sont M. W. A. Cumming, le docteur P. A. Redhead, M. J. K. Pulfer et M. J. Ploeg.

Docteur Kerwin, je crois que vous avez quelques diapositives à nous montrer. Alors, je vous souhaite la bienvenue, chez vous, à notre comité.

Peut-être qu'il est de mon devoir de lire au moins le premier paragraphe du communiqué de presse que nous avons émis le mercredi, 25 juin 1980 qui explique un peu les grandes lignes de notre comité.

> Le comité spécial de la Chambre des communes en matière d'énergie de remplacement du pétrole a été créé par ordre de renvoi le 23 mai 1980. Cette équipe de travail parlementaire de sept membres a été chargée de faire des recherches et des rapports sur l'utilisation des sources d'énergie et des techniques de remplacement en vue d'identifier les plus prometteuses pour le Canada. Le Comité considérera donc au cours de son évaluation: les critères de praticabilité technique et économique, l'aspect écologique et social l'incidence possible sur la balance des paiements et, en général, la désirabilité de ces sources d'énergie de remplacement. Le Comité veut surtout s'attacher à déterminer les options qui permettront le mieux au Canada de s'affranchir de sa dépendance à l'égard du pétrole.

From June 10, this committee has held I believe around 50 meetings such as the one we are holding this afternoon, not only in the House of Commons or in Ottawa but from coast to coast in Canada. It has had the opportunity of visiting seven or eight other countries, as well as getting input from persons in those countries who are working in the field that this committee has under study. Therefore, we are very pleased that the National Research Council of Canada is giving us this period towards the end of our studies. I am sure that what you will have to say, Dr. Kerwin, and the input which we had this morning, will be very, very useful to the committee.

Before giving the floor to Dr. Kerwin, I also want to say, on behalf of the committee, how much we enjoyed the luncheon break. We appreciate the time and effort that has been put into arranging this visit.

• 1335

I would like to ask those of you who will be answering besides Dr. Kerwin to identify yourselves. I would help our technical people very much to have the right name in the *Minutes of Proceedings*—so that the right answer will be

TÉMOIGNAGES

(*Enregistrement électronique*)

Le jeudi 4 décembre 1980

[*Translation*]

The Chairman: Silence, s'il-vous-plaît. The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution thanks you, Dr. Kerwin, for the warm welcome you and your colleagues have given us, and we really appreciate your most interesting program. We are happy to be here and to listen to you as well as to all those who have accompanied you. They are Mr. W. A. Cumming, Dr. P. A. Redhead, Mr. J. K. Pulfer and Mr. M. J. Ploeg.

Dr. Kerwin, I think you have a few slides to show us. I therefore welcome you to our committee. We hope to make you feel at home.

Maybe it is my duty to read at least the first paragraph of our press release of Wednesday June 25th 1980 that explains somewhat the general profile of our committee.

> The Special Committee of the House of Commons on Alternative Energy and Oil Substitution was created by order of reference on May 23rd 1980. That parliamentary work group of seven members was commissioned to research and report on the use of alternate energy sources and techniques for the purpose of identifying the most promising ones for Canada. The Committee will therefore consider, in the course of its assessment, criteria of technical and economical feasibility, environmental and social factors, possible impacts on the balance of payments and, generally, the desirability of these alternate sources of energy. The Committee wishes most of all to identify the alternatives that will allow Canada to break away from its dependency on oil in the best way possible.

Depuis le 10 juin, le Comité a organisé, je crois, une cinquantaine de réunions comme celle que nous tenons cet après-midi, non seulement à la Chambre des communes ou à Ottawa, mais d'un océan à l'autre au Canada. Le Comité a de plus visité sept ou huit autres pays et recueilli les commentaires de certains de leurs citoyens travaillant dans le secteur qui fait l'objet des travaux du comité. Nous sommes donc très heureux que le Conseil national de recherches du Canada nous accorde cette période vers la fin de nos travaux. Je suis sûr que vos propos, M. Kerwin, ainsi que les données que nous avons recueillies ce matin seront très utiles au comité.

Avant de donner la parole à M. Kerwin, je désire exprimer, au nom du comité, nos vifs remerciements pour la pause-repas. Nous sommes reconnaissants du temps et de l'effort qui ont contribué à organiser cette visite.

Je demande à ceux qui répondront, exception faite de M. Kerwin, de bien vouloir se nommer. Cela permettra à notre personnel technique d'inscrire les noms correctement dans le compte rendu et d'attribuer les réponses aux personnes qui les ont fournies. Je vous remercie encore une fois.

[*Texte*]

credited to the right person, in other words. Thank you very much once again.

Dr. Kerwin, the floor is yours.

Mr. Larkin Kerwin (President, National Research Council): Thank you. Monsieur le président, ce plaisir que vous réclamez d'être ici au Conseil national de recherches est égalé et dépassé je crois par la satisfaction qui est la nôtre de vous recevoir. Et ceci pour deux raisons: Tout d'abord, votre Comité est aux prises avec une des grandes questions de notre temps, une question qui est traitée passablement bien par les médias, mais qui trop souvent doit céder place à des considérations autres qui n'ont pas toujours l'urgence que possède toute cette histoire de l'énergie. Et en deuxième lieu, vous êtes venus chez nous et vous êtes chez vous en même temps, bien entendu, au Conseil national de recherches, qui est l'agent fédéral principal pour la recherche et le développement au Canada, et qui, en ce qui concerne l'énergie, a un mandat assez général et en plus des mandats particuliers. Je parle de notre responsabilité pour faire de la recherche sur les sources renouvelables d'énergie d'une part, et notre désignation comme agence fédérale pour la recherche sur la fusion nucléaire, d'autre part.

Nous voudrions surtout cet après-midi, monsieur le président, répondre à vos questions et vous donner les renseignements qui vous seront nécessaires. Mais avec votre permission, et à l'aide de quelques projections, j'aimerais faire une certaine mise en scène. Vous permettez?

Le président: Très bien.

M. Kerwin: Merci.

I am going to show you first a few figures with which you are all very familiar. I simply wish to get them in one place so as to set the scene, as it were.

If one compares Canada with other IEA countries, the international energy group, one finds that Canada is very rich in evergy. As a result, Canada is not as worried about energy, it would seem, as are most other industrialized countries. Our gross national product in 1978, the last year for which one can get figures that compare all of these countries, was $232 million. This places us in the sixth rank of these 17 countries, almost all of which have greater populations than ourselves, with the exception of Ireland. The amount that we consecrate to our research and development is the famous or notorious 0.9 per cent, which places us far down the list in twelfth place.

As far as energy is concerned, we use more energy per capita than any other country in the world. If all the energy used in Canada today were to be paid for at world oil prices, it would cost us 30 per cent of our gross national product. The amount we spend on energy is just unbelievable.

As concerns research and development on energy, the Canadian government in 1978 spent $157 million, which placed her in the eighth position of the 17 countries. Of this $157 million, $108 million was spent on nuclear research, or nearly 70 per cent of the total. Canada spent $8 million, or about 5 per cent of the total, on renewable sources of energy, and $14 million, or about 9 per cent, on conservation. In 1978, the R&D growth for Canada was negative. It went down the next year to -4.5 per cent, which placed us in the sixteenth position among the 17 countries. The research and develop-

[*Traduction*]

M. Kerwin, vous avez la parole.

M. Larkin Kerwin (président du Conseil natinal de recherches): Merci. Mr. Chairman, that pleasure you expressed at being here at the National Research Council is equaled and surpassed, I believe, by our satisfaction at welcoming you here. There are two reasons for that: first, your committee is wrestling with a most crucial problem of our times, which is given a fair treatment by the mass media, but which must too often give place to considerations that do not always have the urgency that the whole business of energy has; secondly, you came here to us and you are also at home at the National Research Council, which is the main federal agency for research and development in Canada, and which has a relatively broad mandate for energy besides several special mandates. I am speaking about our responsibility concerning research on renewable sources of energy on the one hand, and our designation as the federal agency responsible for research on nuclear fusion on the other hand.

We would like this afternoon, Mr. Chairman, to answer your questions and give you the information you need. But with your permission and using a few projections, I would like first to set up a scene. Do I have your permission?

The Chairman: Yes, you do.

Mr. Kerwin: Thank you.

Je vais vous montrer d'abord quelques chiffres que vous connaissez très bien. Je désire simplement les rassembler pour ma mise en scène, en quelque sorte.

Si l'on compare le Canada à d'autres pays de l'AIE, le groupe international de l'énergie, il est facile de constater que le Canada est riche en énergie. Conséquemment, notre pays n'est pas aussi inquiet face au problème énergétique, semble-t-il, que la plupart des autres pays industrialisés. Notre produit national brut en 1978, la dernière année pour laquelle nous avons des valeurs qui permettent la comparaison entre tous ces pays, était de 232 millions de dollars. Nous sommes donc au sixième rang parmi ces 17 pays qui ont presque tous des populations supérieures à celle du Canada, à l'exception de l'Irlande. La part que nous consacrons à la recherche et au développement, soit le fameux ou notoire 0.9 p. 100, nous place très bas dans la liste, au douzième rang.

Quant à l'énergie, nous en utilisons plus par habitant que tout autre pays au monde. Le prix de toute l'énergie utilisée au Canada aujourd'hui, au prix mondial du pétrole, équivaudrait à 30 p. 100 du produit national brut. La quantité d'énergie que nous utilisons est tout simplement incroyable.

Le gouvernement canadien a dépensé en 1978 157 millions de dollars pour la recherche et le développement énergétiques, ce qui place le Canada en huitième position parmi 17 pays. Sur les 157 millions de dollars, 108 millions ont été consacrés à la recherche nucléaire, soit presque 70 p. 100 du total. Le Canada a consacré 8 millions de dollars, ou environ 5 p. 100 du total, à la recherche sur les énergies renouvelables, et 14 millions de dollars, ou environ 9 p. 100, à l'étude des économies d'énergie. En 1978, la croissance de la recherche et du développement a été négative au Canada. Elle a baissé jusqu'à

[*Text*]

ment we spend on the unit amount of electricity used per person is $0.68 on I believe it is $100. In other words, we plough back less money into improving our energy position, per amount of energy used, than 14 of the 17 countries which rank ahead of us, and the amount of research and development we spend on the gross domestic product is way down, as far as energy is concerned, in 10th place. So from these figures—and many others could be quoted—one gets an over-all picture of an energy-rich country which does not seem to be too worried about it.

• 1340

On the amount of research and development done, the whole story is summarized in these figures. Compared with the United States of America, we only spent, as I said before, 0.9 per cent of GNP, compared to their 2.3 per cent in 1978. Now, two years later, the States are increasing, and we are still at about 0.9—it is up to about 0.97.

The other point to notice is that of our expenditures, industry undertakes only 41 per cent, whereas in the United States it undertakes 71 per cent.

Mr. Gurbin: Is there any way of identifying, with the United States and Canada, where defence spending comes in as research and development?

Mr. Kerwin: No. We can get that for you. In fact, I am sure you probably have it from other sources. But it is not identifiable here, and I do not have the figure in mind.

Mr. Gurbin: Thank you.

Mr. Kerwin: Some months ago, before becoming associated with NRC, I proposed that a reasonable target for Canada, in a certain development, would be this. On the left you have the figure you saw before, with industry spending 41 per cent of the 0.9 per cent of GNP, but within five or six years a reasonable target would be first of all to get us up to 1.5 per cent of GNP, which is a government target; and secondly, to increase industry's share from 40 per cent to 50 per cent. This does not look like very much, and that is why I call it a modest proposal, but it would still require industry to increase its R&D by 18 per cent per year, which is a tremendous challenge.

The Chairman: Before you move on, sir, with the portions for universities, is federal money involved in there as well?

Mr. Kerwin: Yes, it is mostly federal money, if one counts the direct costs. The provinces more or less match dollar for dollar by way of indirect costs.

The Chairman: We would also need a chart perhaps showing total dollars spent and where the funding is coming from, to give us a total picture.

Mr. Kerwin: All of this is available immediately.

The Chairman: Thank you very much.

Mr. Rose: I was wondering if the rather modest hope for industry's share of R&D in this country has anything to do

[*Translation*]

4.5 p. 100, ce qui nous place en seizième position parmi les 17 pays. La recherche et le développement par quantité unitaire d'électricité utilisée par personne est de $0.68 sur, je crois, $100. En d'autres termes, nous réinvestissons moins d'argent pour améliorer nos conditions énergétiques, par quantité d'énergie utilisée, que 14 des 17 pays de l'AIE. De plus, la part du produit national brut consacrée à la recherche et au développement énergétiques occupe le 10e rang. Ces chiffres ainsi que nombreux autres qui pourraient être cités montrent donc un pays riche en énergie qui paraît peu inquiet.

L'importance accordée à la recherche et au développement tient toute dans ces chiffres. Nous n'avons consacré comme je l'ai déjà dit, que 0.9 p. 100 du PNB, comparativement à 2.3 p. 100 aux États-Unis en 1978. Deux ans plus tard, les États-Unis augmentaient les dépenses dans ce secteur et nous n'avons guère bougé du 0.9 p. 100—nous n'en sommes qu'à environ 0.97.

Il est à remarquer également que l'industrie n'assume que 41 p. 100 de ces dépenses, alors qu'aux États-Unis, cette part atteint 71 p. 100.

M. Gurbin: Est-il possible d'identifier, aux États-Unis et au Canada, la proportion des dépenses consacrées à la défense dans le secteur recherche et développement?

M. Kerwin: Non. Nous pouvons vous obtenir ce renseignement si vous le désirez. En fait, je suis sûr que d'autres sources vous l'ont fourni. Cependant, ces données ne sont pas identifiables ici et je n'ai pas les chiffres en tête.

M. Gurbin: Je vous remercie.

M. Kerwin: Il y a quelques mois, avant de collaborer avec le CNR, j'ai proposé un objectif raisonnable pour le Canada dans une certaine voie. A gauche se trouve la valeur que vous connaissez, l'industrie dépensant 41 p. 100 du 0.9 p. 100 du PNB. Cependant, dans une pédiore de cinq ou six ans, il serait raisonnable que nous grimpions d'abord à 1.5 p. 100 du PNB, ce qui constitue un objectif gouvernemental, et enfin que la part de l'industrie passe de 40 à 50 p. 100. Cela ne semble pas beaucoup, et c'est pourquoi je parle d'une proposition limitée, mais l'industrie devra tout de même augmenter de 18 p. 100 par année les dépenses consacrées à la recherche et au développement, ce qui représente un très grand défi.

Le président: Avant de poursuivre votre exposé, Monsieur, avec la part pour les universités, pourriez-vous nous dire si les deniers du gouvernement fédéral interviennent également?

M. Kerwin: Oui, les fonds proviennent surtout du fédéral en ce qui concerne les coûts directs. Les provinces fournissent approximativement une somme équivalente en coûts indirects.

Le président: Nous aurions également besoin d'un tableau montrant les dépenses totales ainsi que les sources de financement pour obtenir une vue d'ensemble.

M. Kerwin: Tout cela peut être fourni immédiatement.

Le président: Merci beaucoup.

M. Rose: Je me demande si les objectifs plutôt modestes quant à la participation de l'industrie à la recherche et au

[*Texte*]

with the fact that so much of our industry really is either subsidiaries multinational or foreign-owned firms—whether research is done Stateside, as it were.

Mr. Kerwin: Yes, this is one of about half a dozen factors which influence it—an important one.

Mr. Chairman, it was in this situation that NRC began planning for the next decade, and just about 10 days ago it announced its long-range plan, which is called The Urgent Investment. You have all received copies of this plan, and I simply point out that this project includes six themes, and one of the six is energy flexibility. In our long-range plan, NRC wishes to commit itself to a few themes, and one of these, which we consider very important, is energy flexibility, because as has been pointed out by Dr. Cockshutt and others, Canada is not short of energy. We are just not flexible. We do not have the right kinds of energy in the right places, and it takes a lot or research and development to overcome this inflexibility which is built in.

Mr. MacBain: Mr. Chairman, could I just ask what percentage of the National Research Council's budget is directly or indirectly directed to energy?

• 1345

Mr. Kerwin: It is of the order of 11 per cent and I would ask Mr. Cumming to massage that a bit, if he wishes.

Mr. W. A. Cumming (Senior Vice-President, National Research Council): Mr. Chairman, no, that is the approximal figure.

Mr. MacBain: It would appear to me that there would be a problem there as well, as your total budget may be a problem. I agree with that, too. But, if you are going to be practical about it, if you are going to get the $157 million, which was the amount in 1958—and I assume it is a little bit more than that—substantially raised, it would seem to me the way to do it would be to use a larger percentage on energy.

Mr. Kerwin: Thank you. We could refer to this a bit later, if you will, Mr. Chairman, if the other members wish to comment.

Concerning our energy theme, in our plan you will find these various components and the expenditures represent what we would require for a five-year period. You can see that we wish to launch Canada on a very reasonable and modest fusion program, which is before government at the moment. We also wish to get on with our large wind turbine project, which was described to you this morning. We have other projects: natural fuels and renewables—we have many new projects under consideration in this category. We also have to pay attention to such things as storage, carriers, the conservation problem involving buildings, transportation, industry, and so on.

[*Traduction*]

développement sont reliés au fait que notre industrie est constituée en grande partie de filiales de sociétés multi-nationales ou étrangères, ou encore que la recherche est effectuée aux États-Unis.

M. Kerwin: Oui, il s'agit d'un important facteur parmi une demi-douzaine qui influencent la situation.

Monsieur le président, c'est face à cet état de choses que le CNR a amorcé sa planification pour la prochaine décennie, et, il y a seulement une dizaine de jours, a annoncé ses prévisions à long terme sous la forme d'un plan appelé «L'investissement urgent». Vous avez tous reçu des exemplaires de ce plan, et je voudrais souligner que ce projet comporte six thèmes dont l'un est la flexibilité énergétique. Dans le plan à long terme, le CNR désire se consacrer à certains thèmes, dont la flexibilité énergétique que nous jugeons très importante, car, comme l'ont souligné M. Cockshutt et d'autres, le Canada ne manque pas de sources d'énergie. Nous ne sommes tout simplement pas flexibles. Les sources d'énergie ne sont pas situées là où elles sont le plus nécessaires, et nous devons effectuer beaucoup de recherche et de développement pour surmonter cette inflexibilité inhérente.

M. MacBain: Monsieur le président, pourrais-je seulement demander quelle proportion des dépenses du CNR est consacrée directement ou indirectement à l'énergie?

M. Kerwin: Cette proportion est de l'ordre de 11 pour cent, et je demande à M. Cumming de bien vouloir présiser s'il le désire.

M. W. A. Cumming (vice-président principal du Conseil national de recherches): Monsieur le président, il n'est pas nécessaire de préciser. Il s'agit bien de la valeur approximative.

M. MacBain: Il me semble y avoir là aussi un problème, tout comme votre budget global pourrait en présenter un. Je suis d'accord avec cela également. Cependant, si vous avez le sens pratique et si vous espérez obtenir une somme supérieure à 157 millions de dollars, qui était celle octroyée en 1958, et je crois que c'était un peu plus que cela, il me semble qu'une bonne façon d'y arriver serait de consacrer un plus grand pourcentage à l'énergie.

M. Kerwin: Merci. Nous pourrions y revenir un peu plus tard, avec votre persmission, Monsieur le président, si d'autres membres désirent faire des commentaires.

En ce qui concerne le thème de l'énergie dans notre plan, on constate que ces divers éléments et les dépenses représentent ce qui est nécessaire pour une période de cinq ans. Vous voyez que nous embarquons le Canada dans un programme de fusion très raisonnable et modeste lequel est présentement soumis à l'approbation du gouvernement. Nous désirons également avancer notre projet de grande turbine éolienne, qui vous a été décrit ce matin. Nous avons aussi d'autres projets: un grand nombre sont à l'étude dans la catégorie des combustibles naturels et des ressources renouvelables. Nous devons également nous intéresser aux problèmes de l'entreposage, des transporteurs et des économies d'énergie nécessitant l'utilisa-

[*Text*]

You will notice that the total of this is of the order of $190 million over a six-year period. This is $30 million a year which may appear to you gentlemen to be trivial, because it certainly is not very much. But you must remember that NRC is only responsible for the renewable portion of R&D in the energy field and, if we can get what we are requesting, then we think we can make a significant contribution.

But far more important then that is the person-years which go along with the money. NRC is very short of people. We have had over the past five or seven year to divert the basic research work of many of our engineers and scientists into the industrial program and, as a result, we are spread very thin in these fields. If we were given the money, we would not have the people necessary to undertake these research programs. So the person-years mentioned there are, in our opinion, even more important than the funding and, given a choice between the two, I think we would take the person-years and try to find the money rather than take the money and try to find the person-years by contracting or things of this nature. I cannot emphasize too strongly the desperate need of NRC for additional person-years.

Mr. Chairman, this is a very brief summary of the Canadian energy picture, of our place in the field of renewable energy. Some have called the program we have announced ambitious but, as you can see, it is very modest. These requirements for the next five years will enable us to keep Canada at the cutting edge of technology and ideas in the renewable energy field.

Mr. Chairman, with your permission, I will stop there. We would like to leave as much time as possible for your committee members to ask questions. My colleagues, who are with me this afternoon, represent each of the sectors that you have seen on the viewscreen.

Thank you.

The Chairman: Thank you, Mr. Kerwin.

I would like to remind members, before we begin questioning, that we will leave here in about an hour and five minutes to go back to the House of Commons. I would hope that you would be very exemplary in the way you ask questions; make them short, the answers will be shorter. We will have approximately ten minutes for each member.

Mr. Gurbin, we will let you set the example, followed by Mr. Portelance.

Mr. Gurbin: Thank you very much. You have more control than you think, Mr. Chairman.

The Chairman: That is very good.

[*Translation*]

tion d'habitations, de moyens de transport, de l'industrie et ainsi de suite.

Vous remarquerez que tout cela signifie une somme de l'ordre de 190 millions de dollars pour une période de six ans. Il s'agit en fait de 30 millions de dollars par année, chiffre qui peut vous sembler insignifiant, car, en réalité, ce n'est pas beaucoup. Cependant, vous ne devez pas oublier que le CNR n'est chargé que de la partie renouvelable de la recherche et du développement dans le secteur de l'énergie, et que si nous parvenons à obtenir ce que nous demandons, nous pourrons, à mon avis, faire une contribution valable.

Mais les années-personnes qui vont avec l'argent sont plus importantes que cela. Le CNR a besoin d'un personnel beaucoup plus considérable. Nous avons dû, au cours des cinq ou sept dernières années, orienter la recherche fondamentale d'un grand nombre de nos ingénieurs et de nos scientifiques vers les programmes industriels et, de ce fait, nous sommes très dispersés dans ces domaines. Si nous obtenons de l'argent, nous n'aurons toujours pas le personnel nécessaire pour entreprendre ces programmes de recherche. Ainsi, les années-personnes mentionnées là sont, a mon avis, plus importantes que le financement et, si l'on me donnait le choix entre les deux, je crois que j'opterais pour les années-personnes et que je chercherais à me procurer de l'argent plutôt que de prendre l'argent et essayer de trouver des années-personnes en octroyant des contrats et ainsi de suite. Je ne saurais assez insister sur le fait que le CNR a un besoin désespéré d'années-personnes supplémentaires.

Monsieur le président, voilà un très bref résumé de la situation énergétique au Canada et de notre rôle dans le secteur des ressources énergétiques renouvelables. D'aucuns ont qualifié notre programme d'ambitieux, mais, comme vous pouvez le constater, il est fort modeste. Ces exigences pour les cinq prochaines années nous permettront de garder le Canada à la fine pointe de la technologie et des connaissances dans le domaine des énergies renouvelables.

Monsieur le président, si vous le permettez, je m'arrêterai ici. Nous voudrions laisser le plus de temps possible aux membres de votre comité pour poser des questions. Mes collègues, qui sont ici cet après-midi, représentent chacun des secteurs apparaissant sur l'écran de projection.

Merci.

Le président: Merci, monsieur Kerwin.

Je voudrais rappeler aux membres, avant la période de questions, que nous devrons partir dans environ une heure et cinq minutes pour retourner à la Chambre des communes. J'ose espérer que vos questions seront un modèle du genre; si elles sont courtes, les réponses le seront plus encore. Chaque membre disposera d'environ dix minutes.

Monsieur Gurbin, vous allez donner l'exemple et, après, ce sera le tour de M. Portelance.

M. Gurbin: Je vous remercie beaucoup. Vous avez plus d'autorité que vous croyez, monsieur le président.

Le président: C'est très bien.

[*Texte*]

Mr. Gurbin: I will apologize in advance for having to leave early, but the House will sit for members of the opposition, perhaps before three o'clock, Mr. Chairman.

• 1350

One point arising directly out of the presentation we had was something that this committee has already addressed and something I would like to spend a little more time on, and that is the person-years deficit; the problem there seems to be in allowing the National Research Council either to hire or in some way to involve extra people who are necessary for the different programs, and the type of people that are necessary. I understand there is a problem in both areas; the fact that we need not only scientists but scientists who are managers, and also that we need more of probably each of these people.

In looking at this before, I think one of the questions that comes to my mind is: If we are able to contract out—which we are doing now—if we are able to contract out of NRC, why has NRC not been a little more ingenious in accommodating the restraints that are required of it in terms of people-years, by hiring out to management systems, by in fact hiring a management system to take the place of the management requirements you have in-house, and to get around, if you will although I like to think it is a positive rather than a negative implication here, some of the constraints that there are, both in terms of scientists and also in terms of the person-years that you have?

Mr. Kerwin: Mr. Chairman, with your permission I would suggest that you ask Vice-President Cumming, who is in charge of operations, to answer in some detail.

However, I would first like to say that we have been as ingenious as possible. We have been 80 per cent ingenious. Eight per cent of the money we receive from for our energy program is contracted out, and I do not think we can stretch it very much farther than that. We would prefer to contract out maybe a little less, because 80 per cent is a lot of contracts to look after and to keep in line and to negotiate. So not only would I not want it to go beyond that, I would like to repatriate a bit of it, to used a popular expression. But as concerns the details, I would invite the chairman possibly to recognize Mr. Cumming.

Mr. Gurbin: Could I just clarify that, because you raised exactly the point I am trying to get at? Repatriation is something dear to the hearts of all of us, although the form it takes may mean different things to different people. I would just say in that context that my whole point in the question was not that you do not want to do that, and not that that is an inappropriate ideal, but that instead of trying to manage from NRC, which you are doing now as scientists, which is not always comfortable, why do you not hire a management system from the outside to do the managing work—systems that may be involved already in private enterprise now—so that you can do more in-house work that you would like to do

[*Traduction*]

M. Gurbin: Je m'excuse de devoir partir tôt, mais la Chambre siégera pour les membres de l'Opposition, peut-être avant trois heures, monsieur le président.

L'un des points que soulève l'exposé que nous venons d'avoir, dont le comité a déjà parlé et auquel nous devrions consacrer un peu plus de temps, c'est le déficit en années-personnes; il semble y avoir des difficultés à accorder au Conseil national de recherches la possibilité d'embaucher d'une manière ou de l'autre le personnel supplémentaire exigé par l'exécution des différents programmes. De toutes façons, cela semble poser des problèmes, explicables sans doute par le fait que le Conseil a besoin non seulement de simples scientifiques mais de scientifiques qui soient également des administrateurs, et aussi qu'il a besoin d'un plus grand nombre de personnes de chacune de ces deux catégories.

En y réfléchissant bien, l'une des questions qui me vient à l'esprit est celle-ci: si nous avons, comme c'est le cas à l'heure actuelle, la possibilité de donner des contrats en dehors du Conseil national de recherches, pourquoi ce dernier n'a-t-il pas fait preuve de plus d'imagination pour adapter les restrictions nécessaires en termes d'années-personnes et avoir plutôt recours aux services d'un personnel de direction de l'extérieur pour répondre à vos besoins internes; cependant je préfère croire que les restrictions auxquelles vous êtes contraints tant sur le plan des scientifiques que des années-personnes ont des effets plus positifs que négatifs.

M. Kerwin: Monsieur le président, si vous le permettez, je demanderais à monsieur Cumming qui est vice-président et en charge des opérations de répondre de façon plus détaillée.

Toutefois, je vous dirai pour commencer que nous avons fait preuve d'imagination dans la mesure du possible, c'est-à-dire environ 80 p. 100. En effet, 80 p. 100 de l'argent que nous recevons pour notre programme énergétique est consacré à des contrats à l'extérieur, et je ne crois pas que nous puissions augmenter beaucoup plus cette somme. Nous préférerions même en consacrer peut-être un peu moins à l'extérieur, parce que 80 p. 100 cela signifie un grand nombre de contrats à suivre et à négocier. Non seulement je ne voudrais pas dépasser ce chiffre mais je souhaiterais rapatrier une partie de ces contrats, pour employer une expression à la mode. Mais pour les détails, je prierais le président de bien vouloir donner la parole à monsieur Cumming.

M. Gurbin: J'aimerais tout simplement clarifier ce point parce que c'est exactement là où je veux en venir. «Rapatriement» est un mot cher à plusieurs d'entre nous, bien qu'il n'ait pas la même résonnance pour tous. Je n'ai nulle intention de dire que vous ne voulez pas faire cela et que votre objectif est inapproprié, mais simplement qu'au lieu d'assurer la direction de l'intérieur du CNR, comme vous le faites actuellement à titre de scientifiques ce qui n'est certainement pas toujours facile, pourquoi n'avez-vous pas recours à un service de gestion de l'extérieur pour exécuter ces tâches—un service qui œuvre peut-être déjà dans le secteur privé—ce qui vous laisserait les mains libres pour vous acquitter d'autres fonctions internes

[*Text*]

and maybe you should be doing because of the expertise you have, and allow those other systems to do the actual management work with an overview and a control by your council and by the Research Council? Why do you not take that opportunity?

The Chairman: Mr. Cumming.

Mr. Cumming: Perhaps, Mr. Chairman, we have a problem of definition here in what we really mean by management. In my own view, NRC has responsibility for, say, the renewable task; we are accountable, and that means we have to have people on our own staff who are accountable to Parliament, who in the first instance formulate the programs, who define the kinds of projects that should be undertaken, and in my view I think you still have to keep a certain element of in-house competence and on-hand control of those projects. I find it difficult to say that you could turn the whole thing over to somebody else. If you are going to do that, we are really not necessary. You could do the whole thing in the form of grants or contributions to the private sector.

Now perhaps your view of management really just relates to the actual running of the program, looking after the cost accounting and that sort of thing, and I suppose some elements of that could be contracted out. But in my judgment, and it is a matter of judgment, we would have great difficultry in being able to make realistic proposals for new projects and we would have great difficulty in really feeling that we coud be truly accountable if we did not have public servants who were directly responsible for the overall management of the various projects.

• 1355

Mr. Gurbin: I would just like to add to that as an example the Sandia labs in the United States. Using the Bill system of management would seem to be a really super way for NRC to maintain an executive function; use an intermediate management system and still be able more or less to have your cake and eat it too. I would recommend, if you do not mind, your just taking a look at that and giving your comments at your leisure, as to whether or not you think that NRC could not do something like that, using a Canadian management system from either private enterprise, or I do not care where from, but somewhere outside so you do not have to count on those man years.

Getting off that topic and into a co-ordination problem, first of all I do not know whether the areas of renewable and nonrenewable are as separable as seems to be necessary in terms of managing the different research and development efforts. Throughout the whole system, underneath the EMR control of energy research and development it seems to me we have a major co-ordinating problem, a major problem in making decisions, a major problem in directing our intensive efforts and deciding where money should go, how much money should go where and how things in overview are co-ordinated.

[*Translation*]

davantage en rapport avec vos qualifications; cette manière de fonctionner ferait assurer le travail de direction par d'autres sous la surveillance et le contrôle de votre conseil et du Conseil national de recherches. Pourquoi ne profiteriez-vous pas de cet avantage?

Le président: Monsieur Cumming.

M. Cumming: Je me demande, monsieur le président, si nous n'avons pas ici un problème pour définir le mot «direction» ou «gestion». Selon moi, le CNR est responsable des tâches que nous appelons renouvelables et dont nous devons rendre compte: cela signifie que certains membres de notre personnel doivent rendre des comptes devant le Parlement, mais ils doivent au préalable établir les programmes, définir le genre de projets à entreprendre, et je crois que ceux-ci doivent faire partie de l'organisme. Il ne me paraît pas souhaitable de remettre la marche de toute l'affaire entre les mains de quelqu'un de l'extérieur. Si la chose était possible, on pourrait s'interroger sur notre utilité. Nous pourrions tout aussi bien assurer le fonctionnement de nos entreprises par le truchement de subventions ou de contributions au secteur privé.

Mais peut-être que votre conception de la gestion ne s'applique qu'à l'exécution proprement dite du programme, c'est-à-dire la comptabilité d'exploitation et autres points du même ordre, et je présume que certains de ces éléments pourraient être réalisés au moyen de contrats à l'extérieur. Mais à mon avis, et c'est là une question d'opinion, il nous serait très difficile de proposer des projets réalistes et de rendre véritablement des comptes si nous ne disposions pas de fonctionnaires directement responsables de l'ensemble de la gestion des divers projets.

M. Gurbin: Je voudrais simplement citer à titre d'exemple les laboratoires Sandia aux États-Unis. L'utilisation du système de gestion de Bell pourrait être une façon vraiment formidable pour le CNRC d'assurer ses fonctions de direction: se servir d'un système intermédiaire de gestion et pouvoir encore et malgré tout conserver une bonne part du gâteau. Je vous suggère, si vous le voulez bien, simplement de considérer la chose et de faire part de vos réflexions à votre convenance, pour nous dire si oui ou non le CNRC ne pourrait pas faire appel à un service de gestion canadien de l'entreprise privée—ou peu importe d'un autre secteur pourvu que ce soit de l'extérieur—afin que vous n'ayez pas à compter ces années-personnes.

Laissons ce sujet pour aborder la question de la coordination. Tout d'abord, je ne comprends pas pourquoi une telle distinction doit être établie entre les termes de «renouvelable» et «non renouvelable» pour la gestion des différents travaux de recherche et de développement. Dans tout le système sous le contrôle de la recherche et du développement énergétiques d'Énergie, Mines et Ressources, il me semble que nous faisons face à de sérieux problèmes de coordination et de prise de décision; que nous avons beaucoup de mal à soutenir des efforts intensifs et à décider où doit aller et comment doit être dépensé notre argent, et comment les travaux en général doivent être coordonnés.

[*Texte*]

I think it works both ways. I think there has to be a problem from the level of the people who are doing the research coming back up to the minister as well as the other way around. I just wonder if you have any ideas how we could change structures or help to accommodate those linkages that I think are so terribly important.

Mr. Cumming: In my own view, Mr. Chairman, I think the energy research and development panel which has been the co-ordinating mechanism since 1974, while it has some deficiencies which I will speak about in a moment, by and large has not worked too badly. I think one of the weaknesses that it had is that in the priority setting process invariably the shorter term, more urgent problems rise to the top, and the longer term undertakings—and fusion is the classic example—tend to fall out the bottom. But by and large in my own experience with that panel I think it has worked reasonably well. It is like so many structures; you can put all kinds of structures in place and whether they work or not depends a good deal on the particular people involved.

I think the main players on the panel at the present time, the representatives of the major tasks, are a group who have a reasonably good rapport and that is probably what makes it work. But I personally would not see a need to make any drastic changes. Certain improvements could be made in the way the panel does its business, but by and large, to date I think it has worked reasonably well and, in fact, it is being held up as a model for some of the other interdepartmental panels that are being set up in other areas such as transportation and space, to name a couple of examples.

The Chairman: You have one more minute.

Mr. Gurbin: I just have a comment; it is not really a question. The corollary of that, then, is that the NRC and the people who are involved in research and development of energy in renewable areas in Canada are happy with the relationship they have with the panel that is defining what is going to be done and how much is going to be done, and I cannot accept that.

Mr. Kerwin: Mr. Chairman, I do not think Mr. Cumming implied that he was happy. He said he thought the committee probably was working as well as it could. There are many aspects of this energy question which are so dynamic and moving so fast that we are not always sure what the precise situation is. For example, we have learned in the recent budget speech that a lot of the energy funding to be moved from the economic development envelope elsewhere, and we are waiting for clarification of this so that we will know to what panels or committees or groups we will belong and to which we will apply.

But all of this is set up by the wisdom of Parliament and there are, no doubt, political considerations which are important in these and if one examines them one understands why. But research is fragmented to a certain extent in Canada, and if one addresses the problem of the nature of oceans or energy

[*Traduction*]

Je crois que cela va dans les deux sens, qu'il doit y avoir un problème à partir du niveau des chercheurs jusqu'à celui du ministre et vice versa. Je me demandais tout simplement si vous avez songé à la façon dont nous pourrions modifier les structures ou aider à adapter ces systèmes qui me semblent très importants.

M. Cumming: A mon avis, monsieur le président, le comité de recherche et développement énergétiques qui, depuis 1974, a joué un rôle de coordonnateur, a dans l'ensemble fait du bon travail, malgré quelques lacunes dont je parlerai dans un instant. Ainsi, quand vient le moment d'établir l'ordre de priorité, les entreprises à court terme, les problèmes les plus urgents prennent invariablement le dessus, tandis que les entreprises à long terme—et la fusion en est l'exemple classique—ont tendance à être reléguées à l'arrière-plan. Mais, somme toute, d'après mon expérience avec ce comité, je dirais que les choses ont marché assez bien. Il en est ainsi dans bien des cas; on peut mettre en place toutes sortes de structures mais leur bon fonctionnement dépend en grande partie des personnes qui s'en occupent.

Je crois que les principaux membres du comité, à l'heure actuelle, soit les représentants des groupes de travail les plus importants, ont entre eux d'assez bons rapports et c'est probablement pour cette raison qu'ils peuvent bien fonctionner. Personnellement, je ne vois pas du tout la nécessité d'opérer des changements en profondeur. Bien sûr, le comité pourrait effectuer certaines améliorations sur sa façon de faire marcher les affaires mais pour moi, dans l'ensemble et jusqu'à maintenant il a raisonnablement bien travaillé. En fait, il est même cité en exemple à certains autres comités interministériels mis sur pied dans des domaines comme le transport et l'espace, pour n'en nommer que deux.

Le président: Il vous reste encore une minute.

M. Gurbin: J'aimerais simplement ajouter une remarque; ce n'est pas vraiment une question. Il ressort de tout ce que nous venons d'entendre que le CNRC et les membres qui s'occupent de la recherche et du développement de l'énergie renouvelable au Canada sont contents des relations qu'ils ont avec le comité qui détermine les travaux à exécuter et je ne saurais accepter cela.

M. Kerwin: Je ne crois pas, monsieur le président, que monsieur Cumming ait voulu dire qu'il était entièrement satisfait. Il pense, somme toute, que le comité a fait de son mieux. Il convient de ne pas oublier que certains aspects de la question énergétique sont si fluctuants et changeants que nous ne savons même plus très bien quelle est la situation exacte. Par exemple, nous avons appris lors du dernier discours du budget qu'une bonne partie des fonds destinés à l'énergie passeront du poste «développement économique» à un autre poste, et nous attendons des précisions à ce sujet pour savoir à quels comités ou groupes nous appartiendrons et ce qui s'appliquera à notre cas.

Mais tout cela est mis en place avec le concours du Parlement, et nul doute qu'entrent ici en jeu d'importantes considérations politiques que l'on finit par comprendre en y réfléchissant bien. Mais la recherche au Canada est fragmentée jusqu'à un certain point et, si l'on touche à la question de la nature des

[*Text*]

or communications, it is a fact of life that one will impinge on many disciplines and one will impinge on many jurisdictions; so co-ordinating mechanisms have to be set up. You cannot imagine, for energy or oceans, a single simple agency that will be able to do everything to everyone's satisfaction. I think it is the generalized nature of these problems, humanity's need of them and the way in which we are all bound up in them that impose this complexity upon us, regrettable though it may be.

• 1400

The Chairman: Thank you, Mr. Gurbin.

Before going to Mr. Portelance, on behalf of the committee I would like to know if the slides that were shown could be provided to us for our records. Yes? Thank you.

Also, to follow up on one question that Dr. Gurbin brought to the table, Mr. Cumming and Dr. Kerwin, you are aware that this fact was first brought to our attention by your colleague, Dr. Cockshutt, who is with you this afternoon. Further to his testimony, on behalf of the committee I exchanged correspondence with the minister to whom the NRC reports, Mr. Roberts, and we also had an off-the-record meeting in his office. I am sorry, I do not have the correspondence here with me, but I believe we were under the impression that there are possibilities that at least part of the problem had a good chance of being solved. If I remember, Mr. Roberts said in his letter to me that he would be promoting this with Treasury Board in an effort to release NRC at least partly from the freezing, I think is the right terminology, on manpower in order that you may carry out the necessary programs which you are mandated to carry out.

Has there been some movement in this direction so far or is this still under discussion?

Mr. Kerwin: Thank you, Mr. Chairman.

We have had several meetings with the minister on this precise point since it came up, and he was very easily persuaded of the urgency of the question and has been addressing it with enthusiasm. He did take the matter up with Treasury Board, which was also, I believe, easily persuaded. However, as required by its mandate it has to have the source of funds identified, and the identification of these funds is, I understand, now before a committee of ministers. So from month to month or week to week we are expecting the good news, and I hope it will not be long delayed.

The Chairman: Thank you very much. Would it be possible to advise myself or our project manager of further news as the weeks develop? Thank you.

Mr. Rose: Mr. Chairman.

The Chairman: Is this a supplementary?

Mr. Rose: A supplementary for clarification.

The Chairman: Yes, Mr. Rose.

Mr. Rose: Help me, if you can, Dr. Kerwin. I thought the problem was initially, and was so reiterated by you today, that

[*Translation*]

océans, de l'énergie ou des communications, il est bien entendu que l'on empiétera sur plusieurs autres disciplines et sur plusieurs compétences; c'est pourquoi il convient d'établir des mécanismes de coordination. Il est impossible d'imaginer dans le cas de l'énergie ou des océans qu'un simple petit organisme puisse à lui tout seul réaliser tout ce qu'il y a à faire et à la satisfaction de tous. Il faut admettre que ces problèmes sont inhérents à la nature des choses, aux besoins de l'humanité, à ce qui nous y rattache et à la complexité qui en découle, malheureusement.

Le président: Merci, monsieur Gurbin.

Avant de passer à M. Portelance, j'aimerais, au nom du comité, savoir si nous pourrions obtenir pour nos dossiers les diapositives qui nous ont été montrées. Oui? Merci.

De plus, pour reprendre un point soulevé par M. Gurbin, vous savez, messieurs Cumming et Kerwin, que ce fait nous a été signalé par votre collègue, monsieur Cockshutt, qui est avec vous, cet après-midi. A la suite de son témoignage, j'ai, au nom du comité, échangé une correspondance avec le ministre Roberts, à qui le CNRC doit rendre compte, et nous avons également eu une rencontre non officielle à son bureau. Je regrette de ne pas avoir la correspondance ici avec moi, mais il ne semble que nous avions l'impression qu'une partie du problème au moins avait de bonnes chances d'être résolu. Si ma mémoire est bonne, M. Roberts dit, dans la lettre qu'il m'a adressée, qu'il ferait l'impossible auprès du Conseil du trésor pour obtenir que le gel de main-d'œuvre imposé au CNRC soit atténué—il me semble que c'est là son expression—pour que vous soyez en mesure de réaliser les programmes qui vous ont été confiés.

Y a-t-il eu quelque chose de fait dans ce sens jusqu'à maintenant ou bien est-ce encore à l'état de pourparlers?

M. Kerwin: Merci, monsieur le président.

Nous avons eu plusieurs rencontres avec le ministre à ce sujet, nous l'avons très rapidement convaincu de l'urgence de cette question et il s'en est occupé avec enthousiasme. Il a soumis l'affaire au Conseil du trésor qui, à son tour, a pu être facilement persuadé de son importance. Toutefois ce dernier, conformément à son mandat, doit faire reconnaître la source de ses fonds, et j'ai cru comprendre que cette affaire se trouve maintenant entre les mains d'un comité de ministres. Donc, nous attendons la bonne nouvelle d'un mois à l'autre ou d'une semaine à l'autre, et j'espère que cela ne saurait tarder maintenant.

Le président: Nous vous remercions beaucoup. Puis-je vous demander de communiquer les nouvelles à moi ou à notre directeur de projet, à mesure que vous en recevrez. Encore une fois, merci.

M. Rose: Monsieur le président.

Le président: Oui. Est-ce une question supplémentaire?

M. Rose: Un point à préciser.

Le président: Allez-y, monsieur Rose.

M. Rose: Dites-moi, monsieur Kerwin, si vous le pouvez, est-ce que la question n'a pas été posée une fois d'abord puis

[*Texte*]

budget was not the difficulty really, it was the man-hour allocation that stifled your best efforts. Then you raised this spectre of identification of source of funds, if I am quoting you correctly. Would you clarify for me what the problem is? I thought the budget had increased but you were suffering from a lack of allocated man-years or person-years, and what you have just said seems to contradict that. So for edification I wonder if you could clarify.

Mr. Kerwin: Thank you, Mr. Chairman.

Again I would ask Mr. Cumming, who is in direct charge of these operations, to give the details, but you must remember that this is an old story and inflation has been catching up with us since. So although we are more restricted in the use and source of man-years than we are with budget, there is not a one-to-one correspondence between an excess budget and the required number of man-years. Would you give some detail to that, Mr. Cumming, with the permission of the Chairman?

• 1405

Mr. Cumming: The particular submission that we put forward, and which was referred to in the correspondence between Mr. Roberts and you, Mr. Chairman, identified a return of 63 person-years that were taken from us in July of 1979. The 1980-81 salary cost associated with those individuals would be something just under $2 million, so the Treasury Board, at the secretariat level, has, in effect, said, "Before we can look at your request for person-years, you have to get an adjustment made to your A-base budget to cover the salary costs", and that is where we then have to go to another cabinet committee, the Cabinet committee on economic development, to seek the funds and then we still have to go back to the Treasury Board to get the person-years. It is complicated, but that is the way it is.

The Chairman: Okay, Mr. Rose?

Monsieur Portelance, s'il-vous-plaît.

M. Portelance: Merci, monsieur le président.

J'ai le programme que le docteur Kerwin lui-même a proposé en ce qui a trait aux recherches des ressources nécessaires pour la période de 1981-1986 et je trouve curieux ici... d'après moi, le Comité est loin de l'étude qu'il doit faire à savoir trouver ces nouvelles énergies et en particulier ce qui va manquer le plus, le pétrole. Dans les transports, il semble que l'on craigne une pénurie dans un avenir assez rapproché. D'après ce que vous proposez je vois que vous demandez 13 millions de dollars seulement comparativement à 61 millions de dollars pour les énergies solaire, éolienne et hydraulique. Et l'énergie éolienne apparaît à deux endroits, elle apparaît d'abord dans une première recommandation évaluée à 15 millions de dollars et ensuite on la voit de nouveau dans les 61 millions de dollars. Par contre, pour la biomasse, pour avoir ce combustible liquide nécessaire aux moyens de transport auto-

[*Traduction*]

réitérée aujourd'hui que ce n'était pas le budget qui suscitait des problèmes mais bien l'allocation en heures-personnes qui entravait vos efforts les plus louables. Puis maintenant, vous brandissez le spectre de la reconnaissance des sources de fonds, pour reprendre vos paroles. Auriez-vous l'obligeance de clarifier cette question pour mon information. J'ai cru comprendre d'abord que votre budget avait été augmenté mais que votre allocation en années-hommes ou personnes était insuffisante, puis ce que vous venez d'ajouter maintenant semble contredire cela. Alors veuillez donc, s'il-vous-plaît, préciser.

M. Kerwin: Merci, monsieur le président.

Cette fois encore je demanderai à M. Cumming qui est directement chargé de ces opérations de vous fournir les précisions voulues. Cependant, il convient de vous rappeler que c'est de l'histoire ancienne et l'inflation a fini par nous rejoindre depuis ce temps. Aussi, bien que nous soyons plus retreints quant à l'utilisation et à la source des années-personnes qu'avec le budget, il ne faut pas s'attendre à trouver une relation parfaite entre un budget excédentaire et le nombre nécessaire d'années-personnes. Nous donneriez-vous quelques détails à cet égard, monsieur Cumming, avec la permission du président?

M. Cumming: La proposition particulière que nous avons faite et qui a été mentionnée dans la correspondance entre M. Roberts et vous, monsieur le président, indique une remise de 63 années-personnes qui nous ont été enlevées en juillet 1979. Les coûts salariaux de 1980-1981 associés à ces personnes s'élèveraient à un peu moins de $2 millions, de sorte que le Conseil du Trésor au niveau du secrétariat, a dit en effet: «Avant que nous puissions considérer votre demande pour des années-personnes, vous devez procéder à un rajustement de votre budget de base-A pour couvrir les salaires», et ensuite nous devons consulter un autre comité du Cabinet, le comité du Cabinet sur le développement économique pour obtenir les fonds et nous devons retourner auprès du Conseil du Trésor pour obtenir les années-personnes. C'est un processus complexe; mais c'est ainsi.

Le président: D'accord, monsieur Rose?

Mister Portelance, please.

Mr. Portelance: Thank you, mister Chairman.

I have the program that Dr. Kerwin submitted himself regarding researches on necessary resources for 1981-1986 and I find strange here... in my opinion, the Committee is far from this study that it must do, that is finding new energy sources and specially what is missing the most, oil. In the transport, it seems to me that they fear a shortage in a near future. From what you are suggesting, I see that you are asking for 13 million dollars only comparatively to 61 million dollars for the solar, wind, and hydraulic energy. And wind energy is shown at two places, first in a first of fifteen million dollars estimated recommendation and then again in the 61 million dollars. However, for biomass, to get that liquid fuel necessary for the automobile transportation and others, they seem to do less efforts. What is the raison for that?

[*Text*]

mobiles et autres, on semble y mettre moins d'efforts. Quelle en est la raison?

M. Kerwin: Monsieur le président, je demanderai au docteur Cockshutt d'expliquer peut-être un peu plus en détail ce qui est contenu dans le programme devant vous; mais la réponse essentielle à votre question, monsieur Portelance, c'est que nous avons un mandat pour le renouvelable, nous n'avons pas le mandat pour l'énergie renouvelable. Par conséquent, le gros de la recherche et du développement dans le domaine de l'huile, du pétrole, du charbon se fait dans le ministère approprié, et les autres nous reviennent. Maintenant je dis bien le gros, car si l'on travaille dans le charbon c'est inévitable que l'on va regarder des produits du charbon et tout ce qui l'en sort. Et de notre côté aussi si nous travaillons sur les éoliennes, eh bien nous sommes obligés de nous adresser à la question de la conservation de l'énergie dans les sens de la remise de l'énergie, ce qui implique des recherches dans des domaines qui ne sont pas directement attachés.

Donc la distinction entre les deux mandats est une distinction, en gros, mais il y a inévitablement par la nature même de la recherche et de la science un certain chevauchement. Donc le fait qu'il n'y ait pas de grands montants identifiés pour les choses renouvelables, c'est une question de mandat . . . Le fait qu'il y en ait un peu pour les essences naturelles, et le reste, c'est à cause de ce peu de chevauchement.

Mr. Chairman, Dr. Cockshutt could possibly inform in some detail, or in greater detail, your committee as to where biomass and other things appear in this report and why we have two boxes for what appears to be wind energy.

The Chairman: Thank you. Dr. Cockshutt would you proceed, please?

Mr. E. P. Cockshutt (Manager, Energy R & D Program, National Research Council): Relative to the wind turbine, I would simply comment that because the large four megawatt windmill has been submitted as a separate project to cabinet, it is shown as an extraordinary project above the line in the top two boxes. We had hoped it was to be managed out of existing resources and it is, in fact, scheduled to be a collaborative program with Hydro Quebec.

• 1410

It is of course, essential that there be continuing laboratory scale and analytic work in support of that specific project, so within the renewables box there is work at the laboratory scale and at the design level in support of wind energy generally. Of course, whatever support we are able to provide to windmills of the individual residence or individual farm size is, of course, also included in the renewables program.

Mr. Portelance: It is one of the highest items of all if we compare it with the others.

Mr. Cockshutt: Yes, and the specific allocation for wind of that $61 million is about $11 million in support of the project

[*Translation*]

Mr. Kerwin: Mister Chairman, I would like to ask to Dr. Cockshutt to explain maybe in a more detailed way the content of the program in front of you; but the main answer to your question, Mister Portelance, is that we have a mandate for renewable, but we don't have the mandate for renewable energy. Therefore, the bulk of the research and the development in the fuel oil, oil and coal area, is done in the appropriate ministery and the others are ours. Now, I am saying the bulk, because if we work in the coal, it is inevitable that we are going to look at coal products and so on. And on our side also, if we are working on windmills, well we must consider the energy conservation in the sense of energy reuse, which implies research on some areas that are not directly related.

So, the distinction between the two mandates is a rough distinction, but there is inevitably, because of the nature of the research and the science, a certain overlapping. Thus the fact that there are no big amounts identified for the renewables, it is a question of mandate . . . The fact that there is a little bit more for the natural fuels, and the rest, it is because of that little overlapping.

Monsieur le président, le Dr Cockshutt pourrait probablement informer en détail ou plus en détail, votre comité en quels endroits sont mentionnés la biomasse et d'autres éléments dans ce rapport et pourquoi nous avons deux cases pour ce qui semble être l'énergie éolienne.

Le président: Merci. Docteur Cockshutt, vous avez la parole.

M. E. P. Cockshutt (directeur, Programme de recherche et de développement énergétique, Conseil national de recherches): Au sujet des éoliennes, j'aimerais simplement dire que parce que la grande éolienne de quatre mégawatts fait partie d'un projet distinct présenté au Cabinet, elle apparaît comme un projet extraordinaire au-dessus de la ligne dans la partie supérieure des deux cases. Nous avions espéré que cela ne ferait pas partie des ressources actuelles et il est prévu, en fait, que ce programme soit réalisé en collaboration avec l'Hydro Québec.

Il est bien entendu essentiel qu'il y ait des travaux d'analyse et de mesures permanents effectués en laboratoire dans le cadre de ce projet particulier, de sorte que dans la case des énergies renouvelables, il y a du travail à l'échelle du laboratoire et au niveau de la conception concernant l'énergie éolienne en général. Bien entendu, quel que soit l'appui que nous pouvons offrir aux éoliennes de taille résidentielle ou agricole, celui-ci est naturellement compris aussi dans le programme des énergies renouvelables.

M. Portelance: C'est l'un des aspects les plus élevés de tous si nous le comparons avec les autres.

M. Cockshutt: Oui, et l'affectation particulière pour l'énergie éolienne de ces 61 millions est d'environ 11 millions de

[*Texte*]

Aeolus and $15 million for the large machine with Hydro Quebec. In that $61 million there is also included a strengthening of the solar program and, in particular, the possibility of moving to a significant program in the photo-voltaic or direct-to-electricity conversion. The hydraulics program involves moving from the lab scale on the models that you saw this morning in the hydraulics lab to real prototypes that would be subjected to the marine environment so that there is a total of something like a $9 million in the hydraulic energy portion of the total.

The reason that biomass is included with the natural fuels is to underline the commonality between biomass in the classical sense of forest and agricultural wastes with peet and moving on into coal, and particularly the lower grades of coal. There is a continuous spectrum of natural fuels of which biomass or forest product is one end of a spectrum. If you would like further detail on those programs?

Mr. Portelance: What is the part of the budget for biomass out of the $13 million.

M. Cockshutt: Out of $13 million, biomass represents, I believe, something like $5 or $6 million.

Mr. Portelance: And this is really where we can look for a replacement for oil. We can look into biomass with gas, wood or whatever. If we are looking at a replacement of liquid fuel for transport, this is where we have to look. And this is really the urgent right now, is it not, for Canadians?

Mr. Cockshutt: Of course, at present there are routes to synthetic liquid fuels that need not use biomass as the source. We want to be ready for that but perhaps Dr. Overend should speak to this. It is currently feasible to, say, convert natural gas to alcohol or other forms of synthetic liquid fuel and then, as natural gas becomes less abundant or more expensive, then we can effect the transition to biomass or coal. So we see the need as one of developing those conversion processes downstream rather than as a crash program while we have abundant gas available which is certainly a cheaper route as things stand right now.

• 1415

Would you care for further amplification of that, Mr. Chairman?

The Chairman: Yes, I think it would be interesting if we could have that.

Mr. R. P. Overend (Co-ordinator, Renewable Energy, National Research Council): I think the point about the NRC submission for biomass is that it is not all of the money which will be spent on research and development in biomass. In the over-all task of bioenergy there are commitments by Agriculture Canada which are specific to agricultural crops and residues. There are commitments by the Canadian Forestry

[*Traduction*]

dollars pour le projet Aeolus et 15 millions de dollars pour l'éolienne construite avec la collaboration d'Hydro Québec. Dans cette somme de 61 millions de dollars, fait également partie un renforcement du programme solaire et en particulier, la possibilité d'entreprendre un important programme dans le domaine de la conversion photovoltaïque ou électrique. Le programme hydraulique signifie qu'il faut passer des travaux en laboratoire sur maquettes que vous avez vues ce matin dans le laboratoire hydraulique à des vrais prototypes qui seraient soumis à l'environnement marin de sorte qu'une somme d'environ 9 millions de dollars est affectée à cette partie.

La biomasse est comprise dans les combustibles naturels pour souligner la similitude entre celle-ci, dans le sens classique des déchets forestiers et agricoles et la tourbe et le charbon, et surtout le charbon de qualité inférieure. Il existe un éventail continu de combustibles naturels dont la biomasse ou les produits de la forêt fait partie. Voudriez-vous avoir plus de détails sur ces programmes.

M. Portelance: De ce budget de 13 millions de dollars quelle est la partie affectée à la biomasse?

M. Cockshutt: De cette somme, la biomasse représente, je crois, environ 5 ou 6 millions de dollars.

M. Portelance: Et c'est vraiment dans cette direction que nous devons regarder pour remplacer le pétrole. Nous pouvons prendre en considération la biomasse avec le gaz, le bois ou peu importe quoi. Si nous recherchons un remplacement du combustible liquide pour le transport, c'est vraiment dans cette direction que nous devons regarder. Et c'est vraiment urgent en ce moment, n'est-ce-pas, pour les Canadiens?

M. Cockshutt: Bien entendu; actuellement, il existe des méthodes pour obtenir des combustibles liquides synthétiques qui ne nécessitent pas l'utilisation de la biomasse comme source. Nous voulons être prêts pour cela, mais peut-être que le Dr Overend devrait nous en parler Il est couramment faisable de, disons, convertir le gaz naturel en alcool ou en d'autres formes de combustible liquide synthétique et puis, comme le gaz naturel devient moins abondant ou plus coûteux, nous pouvons effectuer la transition à la biomasse ou au charbon. Nous voyons donc qu'il est nécessaire de développer ces processus de conversion en douce plutôt que d'établir un programme intensif, tandis que le gaz est abondant, ce qui est certainement une solution plus économique, vu l'état actuel des choses.

Voudriez-vous que l'on élabore davantage le sujet, monsieur le président?

Le président: Oui, je pense qu'il serait intéressant de le faire.

M. R. P. Overend (coordonnateur, Énergie renouvelable, Conseil national de recherches): Je pense que dans la proposition du CNR, la somme ne sera pas affectée au complet à la recherche et au développement dans le domaine de la biomasse. En matière de bio-énergie en général, Agriculture Canada a des engagements qui concernent particulièrement les résidus agricoles et les récoltes. Le Service canadien des forêts,

[*Text*]

Service through the Department of the Environment with regard to forestry-specific products.

The state, if you like, that NRC is interested in or can contribute to is in the special areas of biotechnology, as was seen by the committee this morning, and in areas which hitherto have been neglected in the federal R&D spectrum, such as peat. It is, in other words, highlighting those areas which are presently not covered, rather than being a total program in itself at NRC.

The Chairman: Thank you, Mr. Portelance.

Before going to Mr. Rose and while we are talking about the expenditures in R&D, I do not have the slide in front of me, Dr. Cockshutt, but there was a place for research into conservation, I think. It has been brought up before the committee many times that there does not seem to be a great amount being spent on conservation research, and we have wondered in the committee proceedings what is being done specifically. The example of the Saskatchewan house in Regina impressed this committee very much, as it has others, but they had to go to 22-inch walls and shutters that come down at sundown and all that stuff, whick makes a house look like a fort waiting for an invasion. Are you doing something in that field so that we do not have to build 22-inch walls and six-inch thick shutters that come down over our windows at night? Not everybody wants to live in a blockhouse, in other words. Is there research going on, perhaps in the building trades or through NRC or other departments, whereby these walls eventually will be only six or eight inches thick and we could still have energy-efficient homes with modern technology in that field?

Mr. Cockshutt: Thank you, Mr. Chairman. If I may speak to that issue, I would remind the committee that NRC is specifically assigned the task of energy conservation in buildings, and it has borne that responsibility for the first five years of the panel operation. The requests for augmentation of that program that you see in front of you in our five-year plan are to strengthen what we construe to be an appropriate program, but one not sufficiently strongly manned and requiring further dollars to carry work from the prototype into large-scale deployment. We are, incidentally, spending about $2 million a year of panel funds on conservation in buildings and about an additional $1.5 million of our own. We have 10 man-years from the panel and are deploying something like 30 or 35 of our own already in that area.

To answer your question, we would specifically agree that the conservation houses as typified by those in Saskatchewan represent perhaps the *reductio ad absurdum* in exploring what you can do if you go to limits that are past what would appear to be the current economic optimum. It does call attention to the fact that there are two very major components in conservation in buildings; one is the matter of insulation level and the other is the matter of airtightness. In many respects the level of airtightness achieved in the Saskatchewan house is perhaps the most important parameter, the most important conclusion

[*Translation*]

par l'intermédiaire d'Environnement Canada, a des engagements concernant les produits forestiers.

Le CNR est intéressé dans les domaines spécialisés de la biotechnologie, comme l'a vu le comité ce matin, et dans des domaines qui jusqu'ici ont été négligés dans le secteur fédéral de la recherche et du développement, comme la tourbe. En d'autres mots, le CNR a mis l'accent sur les domaines qui ne sont pas actullement étudiés, plutôt que d'établir un programme total.

Le président: Merci, monsieur Portelance.

Avant de vous céder la parole, M. Rose, et tandis que nous parlons des dépenses dans le domaine de la recherche et du développement, je n'ai pas la diapositive devant moi, Dr Cockshutt, mais une place était faite à la recherche dans la conservation, je pense. Il ne semble pas qu'une somme importante ait été affectée à la recherche sur la conservation, et ce sujet a été abordé devant le comité à maintes reprises, et nous nous demandons ce qui est fait de façon tangible. L'exemple de la maison de Régina, en Saskatchewan, a grandement impressionné ce comité comme d'autres, mais il fallu construire des murs de 22 pouces et des volets qui se fermaient au coucher du soleil et tout le reste, ce qui donne à une maison l'aspect d'un fort prêt à subir une invasion. Est-ce que vous faites quelque chose dans ce domaine pour que nous n'ayons pas à construire des murs de 22 pouces et des volets de 6 pouces d'épaisseurs qui bouchent nos fenêtres le soir? En d'autres mots, ce n'est pas tout le monde qui veut vivre dans un blockhaus. Procède-t-on a des recherches actuellement, peut-être dans les métiers de la construction ou par l'intermédiaire du CNR ou d'autres ministères, pour obtenir des murs n'ayant que 6 ou 8 pouces d'épaisseur et avoir quand même des maisons sans perte d'énergie grâce à la technologie?

M. Cockshutt: Merci, monsieur le président. Si je peux aborder cette question, j'aimerais rappeler au comité que le CNR a reçu pour tâche particulière d'étudier la conservation de l'énergie dans les bâtiments et il a assumé cette responsabilité pendant les cinq premières années de fonctionnement du groupe. Les demandes pour élargir le programme que vous voyez devant vous dans notre plan de cinq ans sont destinées à renforcer un programme que nous considérons approprié. Mais il n'y a pas suffisamment de personnel et il faut davantage de crédits pour passer du prototype à la construction même. Nous dépensons d'ailleurs pour les bâtiments environ $2 millions par année provenant des crédits du groupe sur la conservation et environ $1.5 million provenant de nos propres fonds. Dix années-personnes proviennent du comité et nous avons déjà les nôtres, de 30 à 35, dans ce domaine.

Pour répondre à votre question, nous convenons que les maisons comme celles de la Saskatchewan, représentent peut-être le *reductio ad absurdum* dans l'étude de ce que vous pouvez réaliser si vous allez au-delà de ce qui semble l'optimum économique courant. Cela nous amène à penser à deux éléments très importants en matière de conservation de l'énergie dans les bâtiments; il s'agit en premier lieu du niveau d'isolation et en deuxième lieu de l'étanchéité à l'air. A de nombreux égards, le niveau de l'étanchéité à l'air atteint dans la maison de la Saskatchewan est peut-être le paramètre le

[*Texte*]

to draw. There is little doubt in our minds that 2 by 6 framing permits quite adequate levels of insulation, provided one pays proper attention to the other aspects of construction and that need not result in house costs that are, say, 20 per cent higher than present levels. Very energy-efficient construction is possible at levels perhaps only $2,000 or $3,000 more expensive than current good practice.

• 1420

The Chairman: Thank you. Mr. Rose, please.

Mr. Rose: Thank you, Mr. Chairman. I really do not know where to start because some of the things that I was going to talk about have been discussed, briefly anyway. I wanted to know whether NRC was consulted before the new National Energy Program was revealed at the time of the last budget, whether your body, as scientific advisers had any part in shaping that particular program.

Mr. Kerwin: With permission, Mr. Chairman, there is a considerable amount of person-to-person consultation between our experts and members of various ministers' offices going on all the time. This is not monitored, of course, and so I am unable to put any figures on the amount of consultation that took place in this instance. On the other hand, NRC did not appear formally before any group, committee or panel that was discussing the new energy policy.

Mr. Rose: Would I be putting you or your councel in an awkward position, Dr. Kerwin, if I asked you whether or not you felt the mix in the National Energy Program was right, 87 per cent of the expended funds, basically for the increase on the supply curve of the equation and only 13 on conservation and renewables, a total of something like $14 billion to be spent over the next three years?

Mr. Kerwin: Mr. Chairman, this particular mix does not correspond to the mandate that NRC has, and therefore when the envelope is distributed we would hope for a somewhat different mix that would correspond to our needs.

To respond to your question on the national level, I think the percentage that is allotted to conservation is extremely important. We saw a little while ago that Canada in a sense is spending the equivalent of 30 per cent of its gross national product on energy. Now if this were to be modified by only 10 per cent, that is to say bring it down to 27 per cent, this 3 per cent save would represent twice the resources that are allotted to all research and development in Canada, even if the government obtains its 1.5 per cent goal. So extremely small swings in the energy consumption can have tremendous absolute repercussions on the national economy and on the priorities that we ascribe to certain R&D programs. Therefore, for NRC the conservation 13 per cent is extremely important, and upon analysis, we would probably have been happier, in the light of our particular mandate, to see this percentage increased somewhat.

[*Traduction*]

plus important, la conclusion essentielle à tirer. Il ne fait guère de doute dans notre esprit que la charpenterie de 2 sur 6 permet des niveaux d'isolation très satisfaisants, à condition de s'occuper de façon appropriée des autres aspects de la construction et que la majoration des coûts des maisons ne soit pas supérieure à 20 p. 100 des prix actuels. Il est possible de construire un bâtiment qui conserve très bien l'énergie à un prix supérieur au cours actuel de $2,000 à $3,000.

Le président: Merci. Monsieur Rose, s'il vous plaît.

M. Rose: Merci, monsieur le président. Je ne sais vraiment pas par où commencer parce que certaines des choses que je devais aborder ont été dites, brièvement cependant. Je voudrais savoir si le CNR a été consulté avant l'annonce du nouveau programme national d'énergie au moment du dernier budget, si votre groupe, en qualité de conseillers scientifiques, a pris une part quelconque dans l'élaboration de ce programme.

M. Kerwin: Avec votre permission, monsieur le président, un grand nombre de consultations personnelles ont lieu tout le temps entre nos experts et des représentants des divers bureaux ministériels. Cela n'est pas comptabilisé, bien entendu, de sorte que je ne peux avancer quelque chiffre que ce soit sur le nombre de consultations qui ont eu lieu dans ce cas. D'autre part, le CNR n'a pas comparu de façon officielle devant un groupe, un comité ou une commission quelconque qui discutait de la nouvelle politique énergétique.

M. Rose: Est-ce que je vous placerais vous ou votre conseil dans une situation embarrassante, docteur Kerwin, si je vous demandais si oui ou non vous estimez que la répartition dans le Programme national d'énergie est exacte, c'est-à-dire que 87 pour cent des fonds dépensés, surtout pour l'augmentation de la courbe de l'approvisionnement de l'équation et seulement 13 pour cent pour la conservation et les énergies renouvelables, un total d'environ 14 milliards de dollars qui doivent être dépensés au cours des trois prochaines années?

M. Kerwin: Monsieur le président, cette répartition particulière ne correspond pas au mandat que le CNR a et par conséquent lorsque l'enveloppe a été distribuée, nous espérions qu'une répartition quelque peu différente correspondrait à nos besoins.

Pour répondre à votre question au plan national, je pense que le pourcentage qui est affecté à la conservation est extrêmement important. Nous avons vu tout récemment que le Canada en un sens dépense l'équivalent de 30 pour cent de son produit national brut pour l'énergie. S'il fallait modifier cela, ne serait-ce que de 10 pour cent, soit de le ramener à 27 pour cent, cette économie de 3 pour cent représenterait le double des ressources qui sont affectées à toute la recherche et à tout le développement au Canada, même si le gouvernement atteignait son but de 1,5 pour cent. Donc des changements très minimes dans la consommation de l'énergie peuvent avoir des répercussions absolues formidables sur l'économie nationale et sur les priorités que nous assignons à certains programmes de recherche et de développement. Par conséquent, pour le CNR, le 13 pour cent affecté à la conservation est extrêmement important et en dernière analyse, nous aurions été probable-

[*Text*]

Mr. Rose: Why is it then, sir, that you are spending so relatively little on energy R&D yourself under the funds at your disposal?

Mr. Kerwin: For the most part, Mr. Chairman, it is because we are allotted certain mandates by the government, and we are supposed to carry these out. We are the national agency for solar research, for fusion research and for wind research, and the conservation program is largely our own in-house program to which we put whatever funds and resources we can scrape up. But we are not able to escape the specific mandate that we are given by government for specific projects and purposes such as the solar program.

Mr. Rose: It seems to me, if I may be permitted an editiorial comment, that if this is such an important aspect of our future, in terms of our energy future, and that is limiting the demand curve or bringing it down, that your council of such eminence having to be put in a position to scrape up funds for this purpose is really something that our committee should interest itself in a great deal.

• 1425

I also got the feeling in your presentation of slide number one, when you indicated that there was 69 per cent of R&D, nationally, going into nuclear, that somehow that was almost a value judgment; that we had really put all our energy eggs in largely one basket. Yet when I look at what you are doing here, I find you are putting virtually 30 per cent of yours into another aspect of nuclear. Would you like to comment on that?

Mr. Kerwin: It is rather the same answer, Mr. Chairman. We put into our basket the eggs we are given and then we try and fabricate some of our own eggs from our own resources.

Mr. Rose: But, can you not scramble any eggs, sir?

Mr. Kerwin: We do some scrambling and we will probably have to do quite a bit more, and I am very encouraged by the hon. member's remarks, because hopefully this might result in this 13 per cent coming to NRC.

Mr. Rose: You said, for instance, that of the total research budget granted to your council, 11 per cent of that is spent on energy R&D. This is your own testimony of a moment ago.

If this is a number one priority for the country, is the share of 11 per cent of your total budget sufficient to meet a particular need, or is your view about this, or the way you have allotted these funds, really considered only in relationship to your mandate—your particular mandate—and that other agencies are responsible for the rest? You say it is really important, and yet you are only spending 11 per cent of your funds on energy R&D and 28 per cent of those funds on

[*Translation*]

ment plus heureux, dans le cadre de notre mandat particulier, de voir ce pourcentage augmenter quelque peu.

M. Rose: Pourquoi alors, monsieur, dépensez-vous relativement peu les fonds qui sont à votre disposition pour la recherche et le développement en matière d'énergie?

M. Kerwin: En grande partie, monsieur le président, parce que le gouvernement nous confie certains mandats, et parce que nous devons les réaliser. Nous sommes l'organisme national chargé de la recherche sur l'énergie solaire, la fusion et l'énergie éolienne, et le programme de conservation est en grande partie notre programme interne pour lequel nous affectons les fonds et les ressources que nous pouvons trouver. Mais il ne nous est pas possible d'éviter le mandat particulier qui nous a été confié par le gouvernement pour des projets et des buts particuliers, comme le programme solaire.

M. Rose: Il me semble, si je peux me permettre un commentaire, que s'il s'agit d'un aspect si important de notre avenir énergétique, et que cela limite la courbe de la demande ou la rabaisse, un conseil d'une importance comme la vôtre, placé dans une position telle qu'il doive gratter les fonds de tiroirs à cet effet, pose vraiment un problème sur lequel—notre comité doit se pencher avec le plus grand intérêt.

J'ai également eu l'impression, lors de la présentation de la première diapositive, quand vous avez indiqué que 69 pour cent étaient affectés au niveau national à la recherche et au développement nucléaire, qu'il s'agissait presque en quelque sorte d'un jugement de valeur, que nous avons vraiment mis tous nos œufs dans un même panier. Pourtant, lorsque je jette un coup d'œil sur ce que vous faites ici, je découvre que vous affectez en pratique 30 pour cent dans un autre aspect du nucléaire. Voudriez-vous donner quelques précisions?

M. Kerwin: C'est pluôt la même réponse, monsieur le président. Nous mettons dans notre panier les œufs qui nous sont donnés et nous essayons ensuite de fabriquer nos propres œufs à partir de nos propres ressources.

M. Rose: Mais, ne pouvez-vous pas brouiller des œufs, monsieur?

M. Kerwin: Nous le faisons, dans certains cas, et nous aurons probablement à le faire encore un peu, mais je suis très encouragé par les remarques de l'honorable député, parce que l'on pourrait espérer que cela se traduise par les 13 pour cent au CNR.

M. Rose: Vous avez dit, par exemple, que sur le budget total de la recherche affecté à votre conseil, 11 pour cent sont dépensés pour la recherche et le développement énergétique. C'est le témoignage que vous avez fait il y a un moment.

Si cela représente une priorité primordiale pour le pays, est-ce que cette partie de 11 pour cent du budget total est suffisante pour répondre à un besoin particulier, ou est-ce qu'il s'agit de votre point de vue à cet égard, ou la façon dont vous affectez ces crédits, qui vraiment ont été considérés seulement en relation avec votre mandat—votre mandat particulier—et que les autres organismes sont responsables pour le reste? Vous dites que c'est vraiment important, et pourtant vous ne

[*Texte*]

fusion. You do not understand the question? I am not sure I do myself.

Mr. Kerwin: Yes, but Mr. Chairman, I am sure there is a bit of confusion in the two figures. The amount of money and the resources we hope to put on fusion is a future project. The 11 per cent we are spending on energy is what we are doing at the moment, and I fully agree that it is not enough; therefore, we have applied for increases. Among the increases, which we have not yet received, is the fusion program.

Mr. Rose: And that is not part of this budget here?

Mr. Kerwin: Fusion, yes.

Mr. Rose: Well actually, what I am saying is it seems to me that, first of all, I did not know that fusion was a renewable, and I would like to be enlightened on that one. The other thing is that it seems to be an inordinate share, and I could make the same criticism of that as I think you were making about the 69 per cent total spent on nuclear, when there are all these other competing demands for funds in the energy field. I do not necessarily feel that you need to respond to that.

I would like to ask a more specific question on fusion, if it is considered a renewable. There is a lot of enthusiasm for it in some quarters. I am told that our country can only be sort of a guest at the fusion table, a supplicant. They will let us in to watch the others eat, for $10 or $11 million, or something like that. Your fusion director is here; is there a limit in terms of the critical elements—when I am talking about elements, I am speaking of it in the chemical sense—that is a possible inhibitor of the future fusion program, say in 2025 or 2050? I am told, and from my own background, that there is, and I would like to know whether or not your expert agrees with that?

Mr. Kerwin: Mr. Chairman, with your permission I think Doctor Redhead would comment very usefully on the fusion program. May I say that we consider fusion to be a renewable simply because the basic reaction is the conversion of hydrogen into helium, and the amount of hydrogen that would conceivably be used by the human race over the centuries. Would be a negligible portion of the amount of hydrogen available in the ocean. In other words, our reservoir of resource would not be depleted, and in that sense it is classed as a renewable because there will always be the raw material available. So that, contrary to the fission nuclear energy, the fusion nuclear energy does not effectively use up natural resources to any significant extent, even extrapolated over centuries.

Mr. Rose: Before Doctor Redhead speaks, I wonder if I could make just one comment?

[*Traduction*]

dépensez que 11 pour cent des crédits pour la recherche et le développement énergétique et 28 pour cent de ces crédits pour la fusion. Vous ne comprenez pas la question? Je ne suis pas sûr que je la comprends moi-même.

M. Kerwin: Oui, mais monsieur le président, je suis sûr qu'il y a un peu de confusion au sujet des deux chiffres. Les fonds et les ressources que nous espérons affecter à la fusion représentent un projet à venir. Les 11 pour cent que nous dépensons pour l'énergie représentent ce que nous faisons en ce moment, et je suis entièrement d'accord que ce n'est pas suffisant, c'est pourquoi, nous avons fait une demande pour obtenir des augmentations. Parmi les augmentations, que nous n'avons pas encore reçues, se trouve le programme sur la fusion.

M. Rose: Et cela ne fait pas partie de ce budget?

M. Kerwin: La fusion, oui.

M. Rose: Bon! Ce que j'essaie de dire, c'est qu'il me semble, qu'en premier lieu je ne savais pas que la fusion était une énergie renouvelable et j'aimerais ête éclairé à cet égard. En deuxième lieu il me semble qu'il s'agit d'une partie inappropriée, et je pourrais faire la même critique pour cela puisque je pense que vous affectez environ 69 pour cent du total dépensé pour le nucléaire, quand il y a toutes ces autres demandes concurrentielles pour des crédits dans le domaine de l'énergie. J'estime qu'il n'est pas nécessaire que vous répondiez à cela.

J'aimerais vous poser une question plus précise concernant la fusion, si elle est considérée comme une énergie renouvelable. Il y a beaucoup d'enthousiasme à cet égard dans certains milieux. On m'a dit que notre pays ne peut être qu'une espèce d'invité à la table de la fusion, un quémandeur. On nous laissera regarder les autres manger, pour $10 ou $11 millions, ou quelque chose du genre. Votre directeur de la fusion est ici, y a-t-il une limite concernant les éléments critiques—lorsque je parle d'éléments, c'est dans le sens chimique que j'emploie ce mot—qui pourraient freiner le futur programme de fusion, disons en 2025 ou 2050? Selon ce qu'on m'a dit et selon ma propre expérience, cela serait vrai, et j'aimerais savoir si oui ou non vos experts sont d'accord avec cela?

M. Kerwin: Monsieur le président, avec votre permission, je pense que le docteur Redhead pourrait apporter des commentaires très pertinents sur le programme de la fusion. Puis-je dire que nous considérons la fusion comme une énergie renouvelable simplement parce que la réaction de base est la conversion de l'hydrogène en hélium, et que la quantité d'hydrogène qui devrait être utilisée par la race humaine au cours des siècles, représenterait une quantité négligeable de l'hydrogène disponible dans l'océan. En d'autres mots, notre réservoir de ressources ne serait pas épuisé, et dans ce sens, cette énergie est classé comme renouvelable parce que la matière brute sera toujours disponible. De sorte que contrairement à l'énergie obtenue par la fission nucléaire, celle obtenue par la fusion nucléaire n'utilise pas effectivement les ressources naturelles à un degré considérable, même après une extrapolation faite sur des siècles.

M. Rose: Avant de céder la parole au docteur Redhead, je me demande si je ne pourrais pas apporter juste un petit commentaire?

[*Text*]

• 1430

The Chairman: I might remind you, Mr. Rose, you are almost at the limit, and we have still Mr. McBain and Mr. Clay to ask questions.

Mr. Rose: Fine. I will make a very brief comment. I think with all due respect, sir, that to put fusion in the same basket as renewables is a euphemism. Now while there are many people and members of our society who would support renewables wholeheartedly in seing it in the budget here, if they knew that it contained a sizable portion of funds devoted to fusion, I think they would be less sanguine about it. I think that I would rather see it stand on its own, and I think it would be more honest if we did it that way.

Mr. Kerwin: Your remark is noted and we shall, of course, consider it with great respect. We have found the greatest difficulty to launching our fusion program has been that it is long term and not short term. So, there would seem to be more urgency.

With your permission, Mr. Chairman, I think Dr. Redhead could comment usefully on this general area.

The Chairman: Dr. Redhead please.

Dr. P. A. Redhead (Group Director, Physical and Chemical Laboratories, National Research Council): Mr. Chairman, briefly on the first point, I might just draw to your attention that in the United States terminology which has appeared in the last few years they classify renewables and fusion as, what are called, inexhaustibles, and I think this is useful terminology.

On the question of the availability of fuels that was raised, in the first instance the first reaction that is hoped for to be used for fusion power is the so-called deuterium tritium reaction. The fuels for this are deuterium, which is available from natural water and lithium, which is available in large quantities in the earth's crust. We have every expectation as scientists that, by the next century, other cycles will be possible. These are the so-called advanced fusion cycles. The next possible cycle is the deuterium-deuterium reaction which will probably be possible by early in the next century. That would then not involve lithium.

There are possibilities of more advanced cycles which have some very attractive features. Some of them which appear to be at least theoretically possible involve no radioactivity at all. Now, I would not like to leave you with the impression that that is an engineering possibility. We do not know. There is a lot of physics yet to be done but by the next century we undoubtedly will know and it is quite possible that a totally clean fusion reaction system will be developed.

The Chairman: Thank you, Dr. Redhead. Thank you, Mr. Rose. I must now go to Mr. MacBain followed by Mr. Clay.

[*Translation*]

Le président: Je pourrais vous rappeler, monsieur Rose, que votre temps est presque écoulé et que MM. MacBain et Clay doivent encore poser des questions.

M. Rose: Bon. Je ferais un commentaire très bref. Je pense, avec tout le respect qui vous est dû, monsieur, que mettre dans le même panier la fusion et les énergies renouvelables est un euphémisme. Tandis qu'il y a de nombreuses presonnes et de nombreux membres de notre société qui appuieraient de tout coeur les énergies renouvelables en voyant qu'elles font partie du budget ici, si elles savaient que ce dernier contient une partie appréciable de crédits affectés à la fusion, je pense qu'elles seraient un peu moins enthousiastes à cet égard. Je pense que j'aimerais plutôt que la fusion soit indiquée à part et je pense que cela serait beaucoup plus honnête ainsi.

M. Kerwin: Votre remarque est prise en note et nous devrons bien entendu la considérer avec grand respect. Nous avons éprouvé de très grandes difficultés à lancer notre programme de fusion parce qu'il est à long terme et non à court terme. Ainsi, il semble y avoir plus d'urgence.

Avec votre permission, monsieur le président, je pense que le docteur Redhead pourrait apporter des commentaires pertinents sur ce domaine général.

Le président: Docteur Redhead, s'il vous plaît.

M. P. A. Redhead (directeur de groupe, Laboratoires physique et chimique, Conseil national de recherches): Monsieur le président, brièvement sur le premier point, j'aimerais simplement attirer votre attention sur le fait que, selon la terminologie américaine qui est apparue au cours des dernières années, les énergies renouvelables et la fusion ont été classées comme inépuisables et je pense que c'est une terminologie pertinente.

Concernant la question qui a été soulevée à propos de la disponibilité des combustibles, dans le premier cas, la première réaction que nous espérons utiliser pour la fusion est la réaction dite deuterium tritium. Les combustibles nécessaires sont le deuterium qui est présent dans l'eau naturelle et le lithium, qui se trouve en grandes quantités dans la croûte terrestre. Nous avons tout lieu de croire, en qualité de scientifiques, que dès le siècle prochain, d'autres cycles seront possibles. Il y a ce que l'on appelle les cycles de fusion avancés. Le prochain cycle possible est la réaction deuterium deuterium qui sera probablement possibie dès le début du siècle prochain. Dans ce cas, le lithium ne serait pas nécessaire.

Il existe des possibilités de cycles plus avancés qui ont des caractéristiques très attrayantes. Certains qui semblent possibles du moins théoriquement, n'impliquent aucune radio-activité. Maintenant, je ne voudrais pas que vous ayez l'impression qu'il s'agit d'une possibilité dans le domaine des applications techniques. Nous ne le savons pas. Il y a beaucoup de travaux physiques à accomplir encore, mais au cours du prochain siècle, nous le saurons sans aucun doute, et il est très possible qu'un système de réaction de fusion complètement propre ait été mis au point.

Le président: Merci, docteur Redhead. Merci, monsieur Rose. Je dois maintenant céder la parole à M. MacBain qui sera suivi de M. Clay.

[*Texte*]

Mr. MacBain: Thank you, Mr. Chairman. I am concerned about the percentage of the GNP that is going to R&D. As indicated others are, and I understand that the national goal is 1.5 per cent. As one of my questions, I would like to pose the suggestion that this committee perhaps will be dealing with that as a point in its report about going as quickly as we can to the 1.5 per cent. But I want to throw out this suggestion and just hear the comments of the NRC president as to whether or not in the committee—we should discuss the possibility of considering it as a long-term goal—and that is to recommend in our report 2 per cent of the GNP. It has not been discussed yet in the committee. That is my first question.

Mr. Kerwin: I would certainly agree with at least that, Mr. Chairman, because countries such as the United States and Germany have been increasing their R&D over the last two years since the figures that I showed you were published; and, just a month ago, France announced that it has a five-year plan to press its own expenditures from the current 1.8 up to 2.5 per cent. Therefore, if Canada by 1985 achieves 1.5 per cent, which is quite a challenge, we will still be quite a bit behind the other industrialized nations, and the 2 per cent or 2.5 per cent target within 10 years would be a much more comforting goal for us all.

Mr. MacBain: Thank you. Mr. Chairman, before I ask the next question, would you tell me if this is a private meeting, or if the press is here.

The Chairman: This meeting is the same as any other meeting we hold. It is wide open.

Mr. MacBain: The question I was going to ask might be unfair if I asked it.

Mr. Rose: Ask it.

Mr. MacBain: No, I am in enough trouble now.

The Chairman: Get somebody to share your troubles.

Mr. McBain: I am concerned that only 11 per cent of your total budget now, as I understand it, is going to energy R&D. To me that does not appear right; but am I missing a point? Are the guidelines laid down by the government such that when you carry out your mandate you only have 11 per cent of your budget left? Is that the problem? Or could you use 50 per cent of your budget without contravening your mandate from the Government of Canada?

Mr. Kerwin: If we were to increase the share of the energy budget to 50 per cent, we would have to close down many of our other operations, which are also of very high priority. For example, at the moment—and Mr. Glegg could give details—about 60 per cent of our budget is directed to industrial research and development, whereby we are seeking—and successfully—to aid Canadian secondary industry with a technology base to increase its production and thereby its exports. Therefore, if we were to switch from 11 per cent on energy to 50 per cent, that 40 per cent would in large part come out of

[*Traduction*]

M. MacBain: Merci, monsieur le président. Je suis préoccupé par le pourcentage du produit national brut qui est affecté à la recherche et au développement. Je comprends que l'objectif national est de 1.5 p. 100. J'aimerais suggérer, entre autres,que ce comité aura peut-être à aborder cette question dans son rapport, c'est-à-dire atteindre aussi vite que nous le pouvons le 1.5 p. 100. J'aimerais faire simplement cette suggestion et entendre les commentaires du président du CNR, c'est-à-dire si oui ou non à l'intérieur du comité, nous pouvons discuter de la possibilité de considérer cela comme un but à long terme—c'est-à-dire recommander dans notre rapport 2 p. 100 du produit national brut. Cela n'a pas encore été discuté à l'intérieur du comité. C'est ma première question.

M. Kerwin: Je suis certainement d'accord avec au moins cela, monsieur le président, parce que des pays comme les États-Unis et l'Allemagne ont augmenté leur recherche et leur développement au cours des deux dernières années depuis que les chiffres que je vous ai montrés ont été publiés; et il y a à peine un mois, la France a annoncé qu'elle a établi un plan de cinq ans pour faire passer ses dépenses de 1.8 p. 100 à 2.5 p. 100. Par conséquent, si le Canada veut atteindre 1.5 p. 100 en 1985, ce qui est tout un défi, nous serons encore très loin derrière les autres nations industrialisées, et les 2 ou 2.5 p. 100 que nous devrions atteindre au cours des dix prochaines années seraient un objectif beaucoup plus réconfortant pour nous tous.

M. MacBain: Merci. Monsieur le président, avant que je pose la prochaine question, pourriez-vous me dire s'il s'agit d'une réunion privée ou si la presse est présente ici.

Le président: Cette réunion est comme toutes les autres que nous avons tenues. Elle est ouverte.

M. MacBain: La question que j'allais poser pourrait être partiale.

M. Rose: Posez-la.

M. McBain: Non, j'ai assez d'ennuis comme cela.

Le président: Demandez à quelqu'un de partager vos ennuis.

M. MacBain: Je suis préoccupé par le fait que seulement 11 p. 100 de votre budget total, si je comprends bien, sont affectés à la recherche et au développement énergétiques. A mon avis, cela ne me semble pas correct, mais est-ce que j'oublie quelque chose? Est-ce que les lignes directrices sont établies par le gouvernement de telle sorte que lorsque vous remplissez votre mandat, vous ne disposez que de 11 p. 100 de votre budget? Est-ce là votre problème? Pourriez-vous utiliser 50 p. 100 de votre budget sans trahir le mandat qui vous est confié par le gouvernement du Canada?

M. Kerwin: Si nous devions augmenter la part du budget énergétique à 50 p. 100, nous devrions mettre un terme à de nombreux autres travaux qui ont également une très grande importance. Par exemple, en ce moment—et M. Glegg pourrait donner des détails—environ 60 p. 100 de notre budget sont affectés à la recherche et au développement industriels, tandis que nous cherchons—et avec succès—à apporter à l'industrie secondaire canadienne une base technologique pour augmenter sa production et par le fait même ses exportations. Par conséquent, si nous devions passer de 11 p. 100 à 50 p. 100 pour

[*Text*]

our industrial development program, which has an equally high priority, as far as we can see, in the government plan.

Mr. MacBain: But can you help me with the mandate? I do not know how your mandate is set out. I know you are a Crown corporation. I know renewable energy is one of your mandates. I understand that. But for example, could you as the president, with the consent of the council, change it to 50 per cent energy R&D? Regardless of the consequences—at the moment I am not even interested in percentages—could you do it?

Mr. Kerwin: Mr. Chairman, we could. We could decide to put 60 per cent into energy and only 10 per cent into industrial R&D. We could not do it immediately, because this would require a reallocation of resources, because we do not employ the same resources for both. It would be a great distortion of the balance we have achieved in NRC programs and it would oblige us to reduce our support to yet other mandates. For example, we are Canada's Bureau of Standards. This requires resources, and we would have to cut into them, and so on.

Mr. McBain: That is a mandate. You could not do that, could you?

Mr. Kerwin: The mandate says we shall maintain standards. It does not say how much we should maintain. It is our engineering and scientific judgment which says on balance we should do so much standards, so much energy, so much industrial development, so much other things, in the first instance; what you might call, to a first approximation, the base instance. Then, in addition to this, the government gives us very specific mandates, such as fusion, renewable energy, and certain space programs.

Mr. MacBain: I will come back to the change of percentages.

What is the R&D for Energy, Mines and Resources in millions of dollars, just roughly? Do you recall? I cannot recall the figure. We probably have it. You do not recall what it is?

Mr. Kerwin: I am sorry I do not have the specific . . .

Mr. MacBain: It is very substantial, is it not—their energy R&D?

Mr. Kerwin: Yes, that is their line mandate.

Mr. MacBain: Let us agree—whether or not the committee does, I cannot say—but let us agree for the purpose of argument that the committee is in favour of suggesting 1.5 per cent of the GNP as quickly as possible and 2 per cent over, say, five years—rising to 2 per cent in five years or ten years. It would seem to me unless we can couple that with—I am not saying it has to go from 11 per cent to 50 per cent, but I think unless we could couple that with a recommendation that a larger percentage—particularly when you are obviously going

[*Translation*]

l'énergie, ces 40 p. 100 proviendraient en majeure partie de notre programme de développement industriel, qui a également une grande importance, comme nous pouvons le voir, dans le plan gouvernemental.

M. MacBain: Mais pouvez-vous m'aider avec le mandat? Je ne sais pas de quelle façon votre mandat est établi. Je sais que vous êtes une société de la Couronne. Je sais que l'énergie renouvelable fait partie de vos mandats. Je comprends cela. Mais par exemple, pourriez-vous en qualité de président, avec le consentement du Conseil, affecter 50 p. 100 à la recherche et au développement énergétiques? Indépendamment des conséquences—en ce moment je ne m'intéresse même pas aux pourcentages—pourriez-vous le faire?

M. Kerwin: Monsieur le président, nous pourrions. Nous pourrions décider d'affecter 60 p. 100 à l'énergie et seulement 10 p. 100 à la recherche et au développement industriels. Nous ne pourrions pas le faire immédiatement, parce que cela nécessiterait une réaffectation des ressources, parce que nous n'employons pas les mêmes ressources pour les deux. Cela représenterait une grande distorsion de l'équilibre que nous avons atteint dans les programmes du CNR et cela nous obligerait à réduire notre appui à d'autres mandats encore. Par exemple, nous sommes le Bureau des normes du Canada. Cela nécessite des ressources, et nous serions obligés de faire des coupures, et ainsi de suite.

M. MacBain: Cela est un mandat. Vous ne pourriez pas faire cela, n'est-ce pas?

M. Kerwin: Le mandat stipule que nous devons maintenir les normes. Rien n'indique dans quelle mesure nous devons les maintenir. C'est notre bon sens technique et scientifique qui nous guide sur l'équilibre à atteindre dans les normes, l'énergie, le développement industriel, etc., dans le premier cas, ce que vous pourriez appeler, approximativement, le cas fondamental. En outre, le gouvernement nous confie des mandats très précis, comme la fusion, les énergies renouvelables et certains programmes spatiaux.

M. MacBain: Je reviens au changement de pourcentage.

Combien de millions de dollars approximativement sont consacrés à la recherche et au développement par Énergie, Mines et Ressources? Vous en souvenez-vous? Je ne peux me rappeler des chiffres. Nous les avons probablement. Vous ne vous en souvenez pas?

M. Kerwin: Désolé. Je n'ai pas le . . .

M. MacBain: C'est très important, n'est-ce pas—leur recherche et leur développement énergétique?

M. Kerwin: Oui, il s'agit de leur mandat directeur.

M. MacBain: Convenons—je ne peux dire si le Comité est d'accord ou non—mais convenons pour les fins de la discussion que le Comité est en faveur de suggérer 1.5 p. 100 du produit national brut aussi vite que possible et 2 p. 100 pour cinq ans—passer à 2 p. 100 en cinq ou dix ans. Il me semblerait, à moins que nous puissions associer cela à—je ne dis pas que cela doit passer de 11 à 50 p. 100, mais je pense à moins que nous puissions associer cela à une recommandation qu'un pourcentage plus grand—surtout lorsqu'il est évident que vous

[*Texte*]

to have more dollars—if the government knew you were going to stay at 11 per cent of your new budget when we moved to 1.5 per cent of the GNP, if they knew you were still leaving only 11 per cent for renewables, then I think our chance of success would be absolutely nil. This is probably why we are moving so slowly towards the 1.5 per cent. But if we knew—and we might have to couple our recommendation of going from 1.5 per cent to 2 per cent—and you are even suggesting France is going I think you said to 2.5 per cent; and that is tremendous; I would like to be that brave, but I do not think I am that brave, and probably not the committee—but it would help us if you realized we would probably couple with that—certainly speaking for myself—coupled with the recommendation that a larger percentage of the R&D by the National Research Council would go to renewable energy, when they get the extra dollars resulting from the new R&D.

• 1440

I just want to go back to why we should go to 1.5 and 2 per cent of the GNP or more. In the United States, when we were there—and I think you said they were at 2.3 per cent, if I remember correctly, over 2 per cent. It must be very demoralizing to a council, and to your professional staff, if there is a constant shortage of person-years and money. There must be leakage of top personnel in the scientific field to industry and other governments, such as the United States, when there is a shortage of funds. Although I am not a man with any scientific training, it would seem to me that if there is one thing a scientist needs, other than just the dollar bills to get the plant and equipment, it is good morale because he is working basically with a thinking process.

Good morale—it would seem to me if I were in your place at present, I would take that as a top priority. I think good morale requires that the scientific community, which is National Research Council that we are discussing must have the feeling that the government is behind them: the commitment is there in black and white; the dollar bills are there in black and white; the long-term commitments to various programs are there, whether it is fusion, whether it is combustion of coal or whatever it may be. Since I came to government, which is only six months ago, and since I started meeting people from the National Research Council and from other areas like that, I did not find the commitment and the enthusiasm that I would like to see.

Every time we meet you, and rightly so, and I think it is your job to do it, you tell us as members of Parliament, especially this committee, that your person-years are a problem and your finances are a problem. One thing that worries me, is that people might feel when they are working, I should have a new test tube to make it easy and simple, or "I should have a new piece of equipment for $30,000». Someone mentioned today that the waste material, the manure needed to have a larger thing was $12,000, and that seemed to be a lot of

[*Traduction*]

allez avoir davantage de crédits—si le gouvernement sait que vous allez demeurer à 11 p. 100 de votre nouveau budget lorsque vous affectez 1.5 p. 100 du produit national brut, si le gouvernement sait que vous n'affectez toujours que 11 p. 100 pour les énergies renouvelables, je pense alors que nos chances de succès sont absolument nulles. C'est probablement la raison pour laquelle nous nous dirigeons si lentement vers le 1.5 p. 100. Mais si nous savions—et il nous faudra peut-être associer notre recommandation de passer de 1.5 à 2 p. 100—et vous laissez même entendre que la France s'est fixée 2.5 p. 100 selon ce que vous avez dit, je pense, et cela est énorme; j'aimerais être aussi brave, mais je pense que je ne le suis pas, et probablement que le comité ne l'est pas—mais cela nous aiderait si vous réalisiez que nous pouvons probablement associer cela à—certainement je parle en mon nom—associer cela à la recommandation qu'un pourcentage plus grand de la recherche et du développement affecté par le Conseil national de recherches serait attribué aux énergies renouvelables—quand ils auront les crédits supplémentaires provenant du nouveau programme de recherche et de développement.

Je voudrais revenir à la question du pourcentage et expliquer pourquoi nous devons passer de 1.5 à 2 p. 100 ou plus du produit national brut. Aux États-Unis, lors de notre séjour—et je pense que vous avez dit qu'ils en étaient à 2.3 p. 100, si ma mémoire est bonne, donc plus de 2 p. 100. Il doit être très démoralisant pour un conseil et pour votre personnel professionnel, s'il y a une pénurie constante d'années-personnes et de crédits. Le personnel de cadres dans le domaine scientifique doit passer à l'industrie et à d'autres gouvernements, comme les États-Unis, lorsqu'il y a pénurie de crédits. Bien que je n'aie pas de formation scientifique, il me semble qu'un scientifique a surtout besoin, à part des crédits nécessaires à l'obtention d'une usine et de l'équipement, d'un bon moral, parce qu'il travaille fondamentalement à partir d'un processus de pensée.

Un bon moral—il me semble que si j'étais à votre place actuellement, ce serait ma première priorité. Je pense qu'un bon moral nécessite que la collectivité scientifique, qui est le Conseil national de recherches, ait le sentiment que le gouvernement l'appuie: l'engagement est là, noir sur blanc; les crédits sont là, noir sur blanc; les engagements à long terme pour les divers programmes sont là, que ce soit pour la fusion, la combustion du charbon ou peu importe quoi. Comme je fais partie du gouvernement, qui n'a que six mois, et comme j'ai commencé à rencontrer des personnes du Conseil national de recherches et provenant d'autres domaines du genre, je ne trouve pas l'engagement et l'enthousiasme que j'aimerais voir.

Chaque fois que nous vous rencontrons, et dans les règles de l'art, et je pense que c'est votre devoir de le faire, vous nous dites à nous, députés du Parlement, surtout à ce comité que vos personnes représentent un problème ainsi que vos finances. Ce qui me préoccupe, c'est que les personnes qui travaillent peuvent penser: «je devrais avoir un nouveau tube à essai pour faciliter et simplifier ma tâche» ou «je devrais avoir une nouvelle pièce d'équipement qui coûte $30,000.» Quelqu'un a mentionné aujourd'hui que les matériaux de rebus, l'engrais

[*Text*]

money. Although I am a great restraint person, I do not think you can do research and development if you are considering dollar bills; that is my opinion. Thank you, Mr. Chairman.

The Chairman: I would remind you that it is the end of your time.

Mr. Kerwin: Mr. Chairman, concerning the 11 per cent, National Research Council would welcome additional funding for its energy program and I believe could live quite happily with an increased percentage of its resources applied to energy. However, in considering or criticizing the 11 per cent figure, one must also look at what we do with the rest of our money and make a conscious decision that other items are of less urgency. If one looks at the components of the National Research Council program, I think one will agree that such things as industrial development are also of a very high urgency.

Concerning your second point, it is true that for the last decade the scientific community in Canada as a whole, and the National Research Council did not escape it, was subjected to the erosion of its personnel, the aging of its equipment, and a general lack of big projects. However, for the last two years, I suppose since the government announced as a goal the achieving of the famous 1.5 per cent figure—and subsequent governments have confirmed or even indicated they would like to increase it—the community has become hopeful. These announcements were followed about a year ago by a considerable increase in the funds of our daughter council, NSERC, and this was another straw in the wind that told us that better times were coming. So the community at the moment is in a state of hopeful anticipation and, as a result, I think morale will definitely improve if any further gestures on the part of the country are made to the effect that it is taking this problem seriously. It is a serious problem, because to spend 0.9 or 1.5 or 2.5 per cent of our gross national product on research and development is not a goal in itself, it is a symbol. It is a symbol that we are seeking to achieve the goal of a balanced budget, of a balanced balance of trade, and things like this, higher employment and lesser inflation. It is these matters that are of concern to all of us.

• 1445

The Chairman: Thank you, Dr. Kerwin. Our project manager, Mr. Clay, has been waiting patiently, so, Dean, the floor is yours.

Mr. Dean Clay (Project Manager of the Committee): Thank you, Mr. Chairman. Dr. Kerwin, in the remarks you have made today, in some of the remarks you have made recently, and in the new NRC report there are obviously some new directions and there is a new emphasis being enunciated for NRC. In the 10 years or so during which I have been around Ottawa, I have heard a lot of statements about how

[*Translation*]

nécessaire, pour obtenir un objet plus gros, représentaient $12,000, et cela semble beaucoup d'argent. Bien que je sois une personne très modérée, je ne pense pas que vous pouvez effectuer de la recherche et du développement si vous prenez en considération les factures; c'est mon opinion. Merci, monsieur le président.

Le président: J'aimerais vous rappeler que votre temps est écoulé.

M. Kerwin: Monsieur le président, concernant les 11 p. 100, le Conseil national de recherches accepterait avec plaisir des crédits additionnels pour son programme énergétique et je crois qu'il pourrait vivre très heureux grâce à un pourcentage accru de ses ressources affectées à l'énergie. Toutefois, quand on prend en considération ou on critique le chiffre de 11 p. 100, il faut également jeter un coup d'œil sur ce que nous faisons avec le reste de notre argent et prendre une décision pertinente pour déterminer que les autres éléments sont moins urgents. Si on jette un coup d'œil aux éléments du programme du Conseil national de recherches, je pense qu'on conviendra que des éléments comme le développement industriel ont également une très haute priorité.

Concernant votre deuxième point, il est vrai qu'au cours de la dernière décennie, les milieux scientifiques au Canada dans l'ensemble, et le CNR ont été désavantagés, que celui-ci a été victime de l'exode de son personnel, d'un vieillissement de ses équipements et d'une pénurie générale de projets d'envergure. Toutefois, au cours des deux dernières années, je suppose depuis que le gouvernement a annoncé son objectif de réaliser le fameux 1.5 pour cent—et les gouvernements ultérieurs ont confirmé ou même indiqué qu'ils aimeraient l'augmenter—les milieux scientifiques ont repris espoir. Ces annonces ont été suivies il y a environ un an par une augmentation considérable de crédits à notre filiale, le CRSNG, et c'était un autre indice qui nous indiquait que des jours meilleurs arrivaient. Ainsi, la collectivité en ce moment, est dans une expectative pleine d'espoir et, en retour, je pense que le moral s'améliorera définitivement si d'autres gestes sont posés de la part du pays en vue de prendre ce problème au sérieux. C'est un problème sérieux, parce que affecter 0.9 ou 1.5 ou même 2.5 pour cent de notre produit national brut à la recherche et au développement n'est pas un objectif en lui-même, c'est un symbole. C'est un symbole que nous recherchons pour atteindre un budget équilibré, une balance commerciale équilibrée et des choses comme cela, un taux d'emploi plus élevé et moins d'inflation. Ce sont des questions comme celles-là qui nous préoccupent tous.

Le président: Merci, Dr Kerwin. Notre directeur de projet, M. Clay, a attendu patiemment, donc Dean la parole est à vous.

M. Dean Clay (directeur de projet du comité): Merci, monsieur le président. Dr Kerwin, dans les remarques que vous avez faites aujourd'hui et dans certaines que vous avez faites récemment et dans le nouveau rapport du CNR, il est évident qu'il y a de nouvelles orientations et qu'une nouvelle importance est accordée au CNR. Pendant les quelque 10 années au cours desquelles j'ai vécues dans la région d'Ottawa, j'ai

[*Texte*]

Canada needs to invest more in R&D and how we have to take science policy more seriously. Throughout most of those 10 years, our funding of R&D as a percentage of our gross national product has actually declined and also our total funding has pretty well declined over that period in constant dollars. What are the chances of these new directions that you are enunciating being realized and what happens if the funding that you actually receive is significantly less than you hope to get?

Mr. Kerwin: Mr. Chairman, we now enter into the realm of speculation. For Canada's economy to improve, for our secondary industry to grow, and for our exports to increase, there are many things that must happen. We need a national awakening to this problem, as we had a national awakening to the problem of social security just after the Second World War; that was all we talked about for a generation and we finally got a good system in place. Now we need a similar national consciousness of the problem and the rallying around and speaking of nothing else for a while until we do get a good R&D and economic system in place. In this over-all picture, NRC is a very minor actor. We are here to provide standards, to provide expertise, to do very long range research and to furnish support and information to industries of a technical nature. The budget we are asking for, assumes that the rest of the country will advance also. It assumes that the secondary industry will, in the technology intensive sector, double its production within some five to ten years. It assumes that the tax structure will favour this. It assumes that the NSERC plans will produce the engineers and scientists necessary to carry it out and it assumes the the R&D and the balanced economy will loom large in the priorities of the people and of the government. If any of the links in the chair were to fail, then the entire step forward could very easily fail, and if industry is not doubled, if tax incentives are not suitable, if the public keeps R&D very low in its priorities, then NRC does not have to play an increased role, because the industry which it intends to serve will not be there, and the solutions to problems of energy or of environment, or of food, if they are not high in the public's list, will not be addressed.

• 1450

The consequences of this—and that is the second part of your question—are not too difficult to foresee. Our annual deficit has been growing. It is now $14 billion and it will continue to grow; our inflation rate has been increasing and so it will continue to increase; our unemployment has been increasing and it will continue to increase and this, to NRC, is a very gloomy picture. We are ready to play our part. We are trying to urge upon our colleagues in industry and government,

[*Traduction*]

entendu un grand nombre de déclarations sur les besoins du Canada d'investir davantage dans la recherche et le développement et sur la façon dont nous devons prendre la politique scientifique plus au sérieux. Pendant ces 10 ans ou presque, le financement de la recherche et du développement, en pourcentage de notre produit national brut, a en fait diminué et notre financement total a aussi passablement diminué au cours de cette période en dollars constants. Quelles sont les chances de réalisation de ces nouvelles orientations et que se passera-t-il si le financement que vous recevez actuellement est très inférieur à ce que vous espérez obtenir?

M. Kerwin: Monsieur le président, nous nous lançons maintenant en plaine spéculation. Pour que l'économie du Canada s'améliore, pour que notre industrie secondaire se développe et pour que nos exportations augmentent, de nombreux événements doivent se produire. Il nous faut un réveil national face à ce problème, comme dans le cas de la sécurité sociale immédiatement après la Deuxième Guerre mondiale; nous n'avons parlé que de cela pendant une génération et finalement nous avons un bon système en place. Il faut actuellement que nous prenions conscience du problème de façon similaire au niveau national et que nous fassions l'unité autour de la question et ne parlions de rien d'autre pendant un moment jusqu'à ce que nous ayons un bon système économique et un bon système de recherche et de développement en place. Dans ce panorama, le CNR n'est qu'un figurant. Nous existons pour établir des normes, pour assurer le concours d'experts, pour effectuer des recherches à long terme et pour apporter notre appui et des informations aux industries de nature technique. Le budget que nous demandons suppose que le reste du pays progressera également. Cela suppose que l'industrie secondaire, dans le secteur intensif de la technologie, doublera sa production dans les cinq ou dix prochaines années. Cela suppose que le régime fiscal favorisera cette politique. Cela suppose que les plans du CRSNG produiront les ingénieurs et les scientifiques nécessaires pour réaliser cela et cela suppose que la recherche et le développement et l'économie équilibrée seront au centre des priorités du peuple et du gouvernement. Si un seul chaînon venait à briser, alors toute l'entreprise pourrait s'écrouler, et si l'industrie ne doublait pas, si les adoucissements fiscaux n'étaient pas appropriés, si le public n'accordait que très peu d'importance à la recherche et au développement, alors le CNR n'aurait pas à jouer un rôle accru, parce que l'industrie qu'il entend servir, ne sera pas là, et les solutions aux problèmes de l'énergie ou de l'environnement, ou de l'alimentation, si ces problèmes ne font pas partie des préoccupations premières du public, ces solutions ne seront pas trouvées.

Les conséquences de cette situation—et il s'agit de la deuxième partie de votre question—ne sont pas trop difficiles à prévoir. Notre déficit annuel a augmenté. Il est rendu à 14 milliards de dollars et il continuera d'augmenter; notre taux d'inflation a augmenté et il continuera de le faire; notre chômage a augmenté et il continuera d'augmenter et cela, pour le CNR, est un tableau bien sombre. Nous sommes prêts à jouer notre rôle. Nous essayons d'exhorter nos collègues dans

[*Text*]

in universities, to rally behind this urgent national crisis, and if everyone moves together it will be solved, but if some do not move, then it will not be solved.

Mr. Clay: Certainly most of the things you have referred to there are affairs that change in a very evolutionary sense and will take some years. I hope that the change in your position with regard to funding and manpower does not move in quite that slow fashion.

Your report says that approximately 80 per cent of the funding that you get now, panel funding, is contracted out in the energy field, and I understand that in some areas of your organization, such as solar energy, it has risen pretty close to 90 per cent. At most of the laboratories we have visited that have a mix of internal and contracted work, we asked what they regarded as the upper limit to funds allotted to contracting which would still allow them to operate efficiently as a laboratory. For various reasons—whether for preventing all of your scientists from being turned into contract managers and maintaining a sufficient in-house expertise even to be able to evaluate the results of the contract work being performed—most of the responses were that 75 per cent at the upper limit was really what you would hope to contract out. When you stressed manpower requirements, was that actually to reduce the amount of work that you have to contract out of NRC to get a better balance?

Mr. Kerwin: That is partly the reason, and with your permission, Mr. Chairman, Dr. Cockshutt might answer in detail for the energy package. On the more general question, we would like to reduce this 80 per cent in that particular area somewhat, but much more important we would like to restore the basic science and engineering research teams from the 30 per cent of our resources they occupy at the moment to the 41 per cent that they occupied only five or six years ago. Mr. Chairman, Dr. Cockshutt might speak about the contracting out in the energy field.

Mr. Cockshutt: Mr. Chairman, what I think I should particularly draw to the committee's attention is that as man-years become available and are added to our energy efforts within the council, we see at least a one-to-one deployment in the laboratories for each program manager that we have in our total Raud effort. In terms of dollars administered, it is clear that one program manager can efficiently handle more dollars per person-year that the man in the laboratory, and hence we are very conscious of the sort of targets that Mr. Clay has mentioned. We would see reducing the dollars to perhaps something like $300,000 per program manager and in the laboratories something like $100,000 per researcher. So it is to maintain that kind of balance that we are moving, and our plans very definitely say, to keep our contract programs healthy we must add people to the laboratory operation.

[*Translation*]

l'industrie et le gouvernement, dans les universités, à se rallier à nous derrière cette crise nationale urgente, et si chacun de nous passe à l'action, la crise sera résolue, mais si quelques-uns ne bougent pas, alors elle ne sera pas réglée.

M. Clay: Certainement, la plupart des choses dont vous avez parlé sont des affaires qui changent dans un sens très évolutif et qui prendront un certain nombre d'années. J'espère que le changement dans votre position concernant le financement et la main-d'œuvre n'évoluera pas de façon aussi lente.

Votre rapport stipule qu'environ 80 pour cent du financement que vous obtenez actuellement, le financement du comité, sont affectés à des contrats dans le domaine de l'énergie, et si je comprends bien, dans certains domaines comme l'énergie solaire, ce financement a atteint tout près de 90 pour cent. Dans la plupart des laboratoires que nous avons visités et qui ont à la fois des travaux internes et à contrat, nous leur avons demandé quelle était, d'après eux, la limite ultime des crédits accordés aux contrats et qui leur permettrait toujours de fonctionner de façon efficace en qualité de laboratoire. Pour diverses raisons—que ce soit pour empêcher que vos scientifiques ne deviennent des directeurs sous contrat et pour maintenir un nombre suffisant d'experts sur place et même pour être en mesure d'évaluer les résultats des travaux effectués sous contrat—la plupart des réponses était que 75 pour cent, à la limite extrême, étaient vraiment ce que vous espériez donner à contrat. Quand vous avez fait ressortir les besoins en main-d'œuvre, est-ce que vous l'avez fait pour réduire la quantité de travail que vous devez donner à contrat à l'extérieur du CNR, en vue d'obtenir un meilleur équilibre?

M. Kerwin: C'est en partie la raison, et avec votre permission, monsieur le président, le Dr Cockshutt pourrait peut-être répondre en détail en ce qui concerne l'énergie. Concernant la question plus générale, nous aimerions réduire quelque peu ces 80 pour cent dans ce domaine particulier, mais ce qui est plus important encore, nous aimerions faire passer les équipes de recherche pure en ingénierie et en science des 30 pour cent de nos ressources actuelles aux 41 pour cent d'il y a à peine cinq ou six années en arrière. Monsieur le président, le Dr Cockshutt pourrait peut-être parler des contrats dans le domaine de l'énergie.

M. Cockshutt: Monsieur le président, j'aimerais particulièrement attirer l'attention du comité sur le fait qu'avec la disponibilité des années-personnes, lesquelles se sont ajoutées à nos efforts en matière d'énergie au sein du Conseil, nous voyons au moins un déploiement égal dans les laboratoires pour chaque directeur de programme en matière de recherche et de développement. Sur le plan des dollars administrés, il est clair qu'un directeur de programme peut gérer efficacement davantage de dollars par année-personne que le spécialiste d'un laboratoire, et par conséquent, nous sommes très conscients du genre d'objectifs que M. Clay a mentionnés. Nous verrions une réduction des fonds à peut-être quelque chose comme $300,000 par direction de programme et dans les laboratoires à quelque chose comme $100,000 par chercheur. Donc, c'est pour maintenir ce genre d'équilibire que nous faisons bouger les choses et nos plans établissent catégorique-

[*Texte*]

Mr. Clay: Mr. Chairman, I know you want to get the members back to the Hill at 3.00 p.m. so I will just pose one more short question.

The Chairman: Sure, go ahead.

Mr. Clay: There is a new management approach to government funding being evolved and I am still not really clear what form this evolution is taking, but it is obviously going to mean some changes in the way the panel has been operating. One thing that does seem clear is that EMR is going to have a more pivotal role in determining how funds are allocated in the energy R&D field. Could you give me a little clearer idea of the relationship in funding between EMR and NRC? Also, do you feel personally that this new arrangement that is evolving is superior to the panel arrangement?

• 1455

Mr. Kerwin: Mr. Chairman, our representative on the panel is Mr. Cumming and I think he could reply in greater detail as to the modalities of this arrangement.

Mr. Cumming: Mr. Chairman, to date the energy R&D panel, after sometimes pretty lengthy consideration, comes up with a recommendation, or perhaps alternative recommendations, for incremental funding for a given fiscal year. These recommendations then have to be agreed to by the Minister of Energy, Mines and Resources, so even in the past the minister has certainly been a key element. He is the key decision-maker really in terms of what he puts forward to his colleagues. In any case, once the minister is satisfied he puts something forward to his colleagues, either in the appropriate envelope committee or in Treasury Board, depending on the time frame, and the actual moneys, once approved, are placed in the estimates of these departments that are assigned the tasks. In the case of NRC, the amount of money that is recommended by the panel, approved by the minister and approved by his colleagues is then placed in the NRC estimates.

As I said earlier in my general remarks on the panel, this arrangement has worked fine, and I think it is the way it should be. We as the performer are then accountable to Parliament because the money is in our estimates. The new system that you have alluded to, and on which we have really had no formal notification yet, would imply that EMR, in the extreme case, could in effect end up with all of the incremental funding in its departmental estimates, and then assign moneys through a financial encumbrance to the participating departments for the carrying out of their tasks. I personally would not find that to be as satisfactory an arrangement as the previous one, whereby it is agreed in the panel now the funds are to be divided, and once they are made available they actually appear in the estimates of the performing department

[*Traduction*]

ment que, pour conserver nos programmes de contrats dans un état sain, nous devons augmenter le personnel des laboratoires.

M. Clay: Monsieur le président, je sais que vous voulez que les députés retournent sur la Colline à 15 heures, je ne poserai donc qu'une brève question.

Le président: D'accord, allez-y.

M. Clay: Il existe une nouvelle conception en matière de gestion du financement gouvernemental, qui est en pleine évolution et je ne sais pas vraiment quelle forme cette évolution prendra, mais il est évident que cela entraînera certains changements dans le mode de fonctionnement du groupe. Une chose qui semble claire c'est que l'EMR jouera un rôle plus important pour déterminer la façon dont les crédits sont affectés dans le domaine de la recherche et du développement énergétique. Pourriez-vous me donner une idée un peu plus claire de la relation dans le financement entre l'EMR et le CNR? Également, estimez-vous personnellement que ces nouvelles dispositions en voie d'élaboration sont supérieures à l'organisation du groupe?

M. Kerwin: Monsieur le président, le représentant de notre groupe est M. Cumming et je pense qu'il pourrait répondre avec plus de détails concernant les modalités de ces dispositions.

M. Cumming: Monsieur le président, jusqu'à ce jour, le groupe chargé de la recherche et du développement énergétique, après des considérations parfois assez longues, en est arrivé à une recommandation, ou peut-être des recommandations diverses pour obtenir une augmentation du financement pour une année financière donnée. Ces recommandations doivent être ensuite approuvées par le ministre d'Énergie, Mines et Ressources, de sorte que même dans le passé, le ministre a certainement été un élément clé. Il est véritablement le décisionnaire clé, en ce qui concerne les propositions soumises à ses collègues. En tout cas, une fois que le ministre est satisfait, il présente quelque chose à ses collègues, soit au comité approprié soit au Conseil du Trésor, selon le moment propice, et les crédits, une fois approuvés, sont placés dans les estimations de ces ministères auxquels les tâches sont affectées. Dans le cas du CNR, les crédits qui sont recommandés par le groupe, approuvés par le ministre et ses collègues sont placés ensuite dans les estimations du CNR.

Comme je l'ai dit plus tôt, dans mes remarques générales sur le groupe, cette disposition a bien fonctionné et je pense qu'il devrait en être ainsi. Nous devons, en qualité d'exécutants, rendre compte au Parlement parce que les crédits font partie de nos estimations. Le nouveau système auquel vous avez fait allusion et sur lequel nous n'avons encore vraiment aucune notification officielle, signifierait que l'EMR, dans un cas extrême, pourrait en effet mettre un terme à toutes les augmentations de financement dans ses estimations ministérielles et affecter ensuite les crédits par l'intermédiaire d'une charge financière aux ministères participants pour qu'ils réalisent leurs tâches. Personnellement, je ne pense pas qu'il s'agit d'une disposition aussi satisfaisante que la précédente, alors que le groupe convenait de la façon dont les crédits allaient être

[*Text*]

or agency. As I say, that has worked all right in the past and I personally would prefer to see it stay that way.

The Chairman: Thank you, Mr. Cumming and Mr. Clay.

It has been a very rewarding meeting, and very instructive. It has also, I think, placed this on the record. I think members should read the *Minutes* of this meeting when they come out because it points to one of the main dilemmas we are going to have when we write our report.

By the way, I would have been rather surprised if any of the witnesses here had said they had too much money and were going to ask for less next year. I think it is part of your mandate and I am not surprised; I would have been surprised the other way around. There is no doubt that many programs and projects are in your minds or on the shelf until you do have the funds necessary. However, this committee also has the great responsibility of making a credible report, and in our mandate it is very specific that we take into consideration, in every one of our recommendations or conclusions, the economic repercussions and the feasibility and everything else. I guess we are going to have some long discussions on just what recommendation we make.

Just the other day the Minister of National Health and Welfare said she needed $680 million, I think it was, just to ensure that Canada's pensioners can live above the poverty line, and how do we increase the budget of the NRC? There is no doubt that the money has to come from somewhere. Can we go deeper into the taxpayer's pocket or do we try to get a bigger piece of the pie for NRC? That is a dilemma, and if I had the answer I would say so. I do not have the answer. I hope among ourselves we can come to some answer when we discuss it.

• 1500

With that, I will adjourn this meeting. Thank you very much, once again, for being here with us and for inviting us to visit your facilities. It was a real pleasure. Thank you.

This meeting is adjourned.

[*Translation*]

répartis, et une fois qu'ils étaient utilisables, ils apparaissaient en fait dans les estimations du ministère ou de l'organisme exécutant. Comme je l'ai dit, cela a très bien fonctionné dans le passé et personnellement, je préférerais que cela demeure ainsi.

Le président: Merci, messieurs Cumming et Clay.

Ce fut une réunion très instructive et qui en valait la peine. Et cela nous a également permis de tout consigner. Je pense que les membres devraient lire le procès-verbal de cette réunion lors de sa parution, parce qu'elle soulève l'un des principaux dilemmes que nous aurons à affronter lorsque nous rédigerons notre rapport.

A propos, j'aurais été plutôt surpris si un des témoins ici présent avait déclaré qu'il avait trop de crédits et qu'il allait demander une réduction pour l'année prochaine. Je pense que cela fait partie de votre mandat et je ne suis pas surpris; le contraire m'aurait surpris. Il ne fait pas de doute que de nombreux programmes et de nombreux projets restent dans votre esprit ou sur les tablettes jusqu'à ce que vous ayez les fonds nécessaires. Toutefois, ce comité a également la grande responsabilité de rédiger un rapport crédible, et dans notre mandat, il est très clair que nous devons prendre en considération, les répercussions économiques et la faisabilité et tout le reste. Je suppose que nous allons tenir de longues discussions sur les recommandations que nous allons faire.

Justement, l'autre jour, le ministre de Santé et Bien-Être social disait qu'elle avait besoin de $680 millions, je pense, juste pour assurer que les retraités du Canada puissent vivre au dessus du seuil de la pauvreté, et comment augmentons-nous le budget du CNR? Il ne fait aucun doute que l'argent doit provenir de quelque part. Pouvons-nous fouiller encore dans la poche du contribuable ou essayons-nous d'avoir un plus gros morceau de gâteau pour le CNR? C'est un dilemme, et si j'avais la réponse, je la donnerais. Mais je ne l'ai pas. J'espère qu'entre nous, nous arriverons à une certaine réponse quand nous discuterons de la question.

Sur ces paroles, je vais clore les débats. Merci beaucoup, encore une fois, pour votre présence ici et pour nous avoir invité à visiter vos installations. Ce fut un vrai plaisir. Merci.

La séance est levée.

Canada Post Postage paid
Postes Canada Port payé
Third class Troisième classe
K1A 0S7
HULL

If undelivered, return COVER ONLY to
Canadian Government Printing Office,
Supply and Services Canada,
45 Sacré-Coeur Boulevard,
Hull, Québec, Canada, K1A 0S7

En cas de non-livraison,
retourner cette COUVERTURE SEULEMENT à
Imprimerie du gouvernement canadien,
Approvisionnements et Services Canada,
45, boulevard Sacré-Coeur,
Hull, Québec, Canada, K1A 0S7

WITNESSES—TÉMOINS

Thursday, December 4, 1980

From National Research Council Canada:

Dr. Larkin Kerwin, President;

Mr. W. A. Cumming, Senior Vice-President;

Dr. P. A. Redhead, Group Director, Physical & Chemical Laboratories;

Dr. E. P. Cockshutt, Manager, Energy R & D Program;

Dr. R. P. Overend, Coordinator, Renewable Energy.

Jeudi le 4 décembre 1980

Du Conseil national de recherches Canada:

M. Larkin Kerwin, président;

M. W. A. Cumming, vice-président principal;

M. P. A. Redhead, directeur de groupe, Laboratoires physique et chimique;

M. E. P. Cockshutt, directeur, Programme de recherche et développement énergétique;

M. R. P. Overend, coordonnateur, Énergie renouvelable.

Available from the Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, Hull, Quebec, Canada K1A 0S9

En vente: Centre d'édition du gouvernement du Canada, Approvisionnements et Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

HOUSE OF COMMONS

Issue No. 34

Tuesday, December 9, 1980

Chairman: Mr. T. H. Lefebvre

CHAMBRE DES COMMUNES

Fascicule nº 34

Le mardi 9 décembre 1980

Président: M. T. H. Lefebvre

DEPOSITORY LIBRARY MATERIAL

Minutes of Proceedings and Evidence of the Special Committee on

Alternative Energy and Oil Substitution

Procès-verbaux et témoignages du Comité spécial de l'

Énergie de remplacement du pétrole

RESPECTING:

Study on alternative energy and oil substitution

CONCERNANT:

Étude de l'énergie de remplacement du pétrole

WITNESSES:

(See back cover)

TÉMOINS:

(Voir à l'endos)

First Session of the
Thirty-second Parliament, 1980

Première session de la
trente-deuxième législature, 1980

29357—1

SPECIAL COMMITTEE ON ALTERNATIVE ENERGY AND OIL SUBSTITUTION

Chairman: Mr. T. H. Lefebvre

Messrs.

Corbett
Gurbin
MacBain

COMITÉ SPÉCIAL DE L'ÉNERGIE DE REMPLACEMENT DU PÉTROLE

Président: M. T. H. Lefebvre

Messieurs

McCauley
Portelance
Rose

(Quorum 4)

Le greffier du Comité

J. M. Robert Normand

Clerk of the Committee

Published under authority of the Speaker of the House of Commons by the Queen's Printer for Canada

Available from the Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

Publié en conformité de l'autorité de l'Orateur de la Chambre des communes par l'Imprimeur de la Reine pour le Canada

En vente: Centre d'édition du gouvernement du Canada, Approvisionnements et Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

MINUTES OF PROCEEDINGS

TUESDAY, DECEMBER 9, 1980
(47)

[*Text*]

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met at 9:50 o'clock a.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain and Portelance.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

Witnesses: From National Energy Board: Mr. C. G. Edge, Chairman; Mr. E. S. Bell, Director, Electric Power Branch; Mr. P. G. Scotchmer, Director, Oil Policy Branch; Mr. K. W. Vollman, Director, Energy Resources Branch.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

Mr. Edge made an opening statement.

The witnesses answered questions.

At 11:50 o'clock a.m., the Committee adjourned until 3:30 o'clock p.m. this day.

AFTERNOON SITTING
(48)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met at 3:45 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain and Portelance.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager and Mr. John Graham, Research Officer.

Witnesses: Dr. Ken Hare; Mr. C. J. MacGregor.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

Dr. Hare and Mr. MacGregor made opening statements and answered questions.

At 6:00 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

PROCÈS-VERBAL

LE MARDI 9 DÉCEMBRE 1980
(47)

[*Traduction*]

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit à 9 h 50 ce matin, sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain et Portelance.

Aussi présents: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherche de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef et directeur de projet du Comité.

Témoins: De l'Office national de l'énergie: M. C. G. Edge, président; M. E. S. Bell, directeur, Direction de l'électricité; M. P. G. Scotchmer, directeur, Direction de la politique du pétrole; M. K. W. Vollman, directeur, Direction des ressources énergétiques.

Le Comité reprend l'examen de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980, portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir Fascicule n° 1.*)

M. Edge fait une déclaration.

Les témoins répondent aux questions.

A 11 h 50, la séance est levée jusqu'à 15 h 30.

SÉANCE DE L'APRÈS-MIDI
(48)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit à 15 h 45 aujourd'hui, sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain et Portelance.

Aussi présents: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherche de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef et directeur de projet du Comité et M. John Graham, agent de recherche.

Témoins: MM. Ken Hare et C. J. MacGregor.

Le Comité reprend l'examen de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980, portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir Fascicule n° 1.*)

MM. Hare et MacGregor font des déclarations puis répondent aux questions.

A 18 heures, la séance est levée jusqu'à nouvelle convocation du président.

Le greffier du Comité

J. M. Robert Normand

Clerk of the Committee

EVIDENCE

(*Recorded by Electronic Apparatus*)

Tuesday, December 9, 1980

• 0951

[*Text*]

The Chairman: Order, please.

We have with us this morning, from the National Energy Board, Mr. C. G. Edge, Chairman.

I would like to welcome you to the committee, Mr. Edge; indeed, all your officials as well, whom I imagine you would like to introduce to the members of the committee. We are looking forward very much to your oral presentation. As we are coming to the close of our public hearings, I think your input this morning will be very important to the conclusions and recommendations this committee will be publishing in its report to be tabled no later than March 31 of next year.

If you would like to introduce your officials and make your oral presentation, once again, we are pleased you could reply to our invitation. We are looking forward to your presentation.

Mr. C. G. Edge (Chairman, National Energy Board): Thank you, Mr. Chairman. The National Energy Board is pleased to respond to your invitation to submit a brief on conventional energy systems and how they relate to alternative energy systems, and to appear before the Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution. We have been following your proceedings with interest and we hope our presentation today will be helpful to you in your deliberations. We will look forward to your report next year.

Mr. Chairman, let me introduce to you the other members of our group. On my right is Mr. Gilmour, a member of the board; Mr. Bell, Director of the Electric Power Branch, is at the far end on my left; Mr. Ironstone, Director of the Gas Advisory Branch, is next to me on my left; Mr. Scotchmer, Director of the Oil Policy Branch is at the end of the table; Mr. Vollman Director of the Energy Resources Branch, is next to him; Mr. Shwed, Assistant Director of the Oil Pipelines Group of the Engineering Branch, is in the back row; Mr. George Shaw, Assistant Director of the Economics Branch; and we also have Mr. Bruce Shaw of our Energy Resources Branch.

I must apologize, Mr. Chairman, for the fact that due to the short notice we have not been able to provide a French version of our brief. We finalized the English version less than 24 hours ago and a copy of it went to translation at that time. We will provide a French version to the committee as quickly as possible.

I want to take a moment to explain a circumstance which affects one aspect of our presentation. As you know, the board has two roles, regulatory and advisory. Under our advisory role, we are currently conducting an inquiry into the supply of oil and gas and other forms of energy in relation to demand for all forms of energy. The board advertised this hearing in early May of 1980, calling for the submission by September of forecasts of energy supply and demand to the year 2000. Some 90 parties responded to the board's hearing notice and among these are provincial governments, industry associations and energy companies representing producing and consuming in-

TÉMOIGNAGES

(*Enregistrement électronique*)

Le mardi 9 décembre 1980

[*Translation*]

Le président: A l'ordre, s'il vous plaît.

Nous accueillons ce matin M. C. G. Edge, président de l'Office national de l'énergie.

J'aimerais vous souhaiter la bienvenue au comité, monsieur Edge, ainsi qu'à tous vos collègues que vous voudrez sans doute nous présenter. Nous avons bien hâte d'entendre votre présentation orale. Comme nous arrivons à la fin de nos audiences, vos propositions de ce matin seront très importantes pour les conclusions et recommandations que notre comité proposera dans son rapport qui doit être déposé au plus tard le 31 mars de l'année prochaine.

Nous sommes heureux que vous ayez pu accepter notre invitation. Encore une fois, je vous prie de nous présenter vos collègues et de procéder ensuite à votre présentation orale.

M. C. G. Edge (président, Office national de l'énergie): Merci, monsieur le président. C'est avec plaisir que l'Office national de l'énergie répond à votre invitation de présenter un mémoire sur les énergies traditionnelles et sur leurs rapports avec les énergies de remplacement, puis de venir témoigner devant votre comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole. Nous avons suivi vos délibérations avec intérêt et nous expérons que nos réflexions d'aujourd'hui vous seront utiles. Nous avons hâte de lire votre rapport de l'année prochaine.

Monsieur le président, permettez-moi de vous présenter les autres membres de notre groupe. A ma droite, M. Gilmour, membre de notre conseil de direction; M. Bell, directeur de l'Électricité est au bout, à ma gauche; M. Ironstone, le suivant à ma gauche, est chef de la direction consultative en gaz naturel; M. Scotchmer, directeur de la politique du pétrole, est au bout de la table; M. Vollman, Directeur des ressources d'énergie, est son voisin; M. Shwed, directeur adjoint du groupe des oléoducs, de la direction du génie, est dans la rangée arrière; M. George Shaw, directeur adjoint de l'économie; et enfin, M. Bruce Shaw, de notre direction des ressources d'énergie.

Je dois vous prier de nous excuser, monsieur le président, si les délais trop brefs ne nous ont pas permis d'apporter la version française de notre mémoire. Nous avons terminé la version anglaise il y a moins de 24 heures et l'avons envoyée tout de suite à la traduction. Nous enverrons à votre comité une version française aussitôt que possible.

On me permettra de prendre quelques instants pour expliquer une chose qui modifie un aspect de notre présentation. Comme on le sait, l'Office joue un double rôle, un rôle de réglementation et un rôle de consultation. Dans le cadre de notre rôle de consultation, nous menons présentement une enquête sur les approvisionnements de pétrole et de gaz et des autres formes d'énergie par rapport à la demande de toutes les formes d'énergie. Au début de mai 1980, l'Office a annoncé la tenue d'audiences, invitant les parties intéressées à lui présenter au plus tard en septembre leurs prévisions de l'offre et de la demande d'énergie jusqu'à l'an 2000. L'Office a reçu environ

[*Texte*]

terests. As well, there are various public interest groups participating in the public hearing.

• 0955

Prior to the opening of the hearing, the board, being aware that a major energy policy announcement was planned for late October, postponed the commencement of the hearing for two weeks beyond the scheduled November 4 starting date to give submitters an opportunity to assess the impact of the energy policy announcement.

As you know, the government announced its national energy program on October 28. It contains many sweeping changes to fiscal arrangements and other aspects of energy policy, resulting in the invalidation of many of the assumptions forming the basis of energy forecasts previously submitted to the board for the purposes of its energy supply-demand inquiry. As a result, the board has encouraged submitters to review their forecasts in the light of the national energy program and, should they choose, to submit revised forecasts or to comment generally on the impact of the national energy program. The deadline for these revised forecasts and for comments is December 30, 1980.

The board opened its hearing in Vancouver on November 19 and held a session in Calgary in the week commencing November 24. We should have sat in St. John's, Newfoundland yesterday but we were fogged out—we will have to go back there in January. We will be in Halifax tomorrow and in Quebec City on Friday. The main session of the inquiry will take place in Ottawa in January and it may last for perhaps two months.

Following the hearing, the board will analyse the submissions and the other evidence gathered during the course of the inquiry and will prepare a report containing summaries of the evidence and the board's findings as well as its own forecast of energy supply and demand, including its assessment of the impact of the national energy program. This report will be released publicly by the Board. I would expect it to be available in May of next year.

In the meantime, until the inquiry is complete, the board is in the position of being between forecasts. The committee will understand, I am sure, that not only would it be premature but also that it would be discourteous to the many parties to our inquiry for us to come before this committee with new forecasts of energy supply and demand based upon a review of part of the evidence at a time when our request for revisions to submissions and for comments on the national energy program is still outstanding and prior to the vast majority of the submitters having appeared at our inquiry to supplement their submissions and to respond to the questions of the Board and other submitters.

We have attempted to get around this dilemma by adjusting our most recent public forecasts to reflect actual data and recent regulatory decisions of the board. These forecasts should be viewed with caution. They clearly do not adequately reflect the recent budget proposals or the national energy program. Industry and other submitters are currently revising

[*Traduction*]

90 réponses, certaines provenant des gouvernements provinciaux, d'associations industrielles et de sociétés d'énergie représentant aussi bien les producteurs que les consommateurs. En outre, divers groupes d'intérêt public participent aux audiences publiques.

Avant l'ouverture des audiences, l'Office, sachant qu'une grande politique énergétique devait être annoncée vers la fin d'octobre, a retardé le début des audiences de deux semaines après la date prévue du 4 novembre afin de donner aux témoins l'occasion d'évaluer les conséquences de la nouvelle politique énergétique.

Comme vous le savez, le gouvernement a annoncé le 28 octobre son programme national de l'énergie qui comprend de vastes changements aux dispositions fiscales et à d'autres aspects de la politique de l'énergie, détruisant bon nombre des hypothèses qui étaient à la base des prévisions énergétiques présentées à l'Office dans le cadre de son enquête sur l'offre et la demande d'énergie. C'est pourquoi l'Office a incité les auteurs des mémoires à réviser leurs prévisions à la lumière du nouveau programme national et, s'ils le désiraient, à soumettre des prévisions révisées ou à commenter de façon générale l'impact du programme national. La date limite de ces prévisions révisées et de ces commentaires est fixée au 30 décembre 1980.

L'Office a commencé ses audiences à Vancouver le 19 novembre et a tenu une session à Calgary dans la semaine du 24 novembre. Nous aurions dû siéger à Saint-Jean de Terre-Neuve hier, mais la brume nous a empêchés de nous y rendre. Nous y retournerons en janvier. Nous serons à Halifax demain et à Québec vendredi. La grande session de l'enquête se tiendra à Ottawa en janvier et elle pourrait durer deux mois.

Après les audiences, l'Office analysera les mémoires et les autres témoignages recueillis au cours de l'enquête, puis rédigera un rapport contenant un résumé des témoignages ainsi que les constatations de l'Office et ses propres prévisions de la demande et de l'offre d'énergie, y compris sa propre évaluation des conséquences du programme national de l'énergie. Ce rapport sera rendu public par l'Office probablement au cours du mois de mai de l'année prochaine.

Entre temps, c'est-à-dire d'ici la fin de l'enquête, l'Office se trouve entre deux prévisions. Le comité comprendra, j'en suis certain, qu'il serait non seulement prématuré, mais également discourtois pour bon nombre de participants à notre enquête, de présenter à votre comité de nouvelles prévisions de l'offre et de la demande d'énergie fondées sur un examen d'une partie des témoignages recueillis, à un moment où notre invitation à réviser les prévisions et à présenter des commentaires sur le programme national est encore dans le courrier et avant que la grande majorité des auteurs de mémoires n'aient eu la chance de participer à nos audiences pour compléter leurs mémoires et pour répondre aux questions de l'Office et des autres témoins.

Nous avons essayé de nous sortir de ce dilemme en corrigeant nos plus récentes prévisions afin de tenir compte des données connues et des récentes réglementations édictées par l'Office. Il faudrait examiner ces prévisions avec précaution, car elles ne reflètent pas clairement les récentes propositions budgétaires ni le programme national. L'industrie et les autres

[*Text*]

their forecasts for resubmission to the board's energy supply-demand inquiry and the board's forecast reflecting these factors will not be available until May 1981.

These forecasts are set forth in the second section of our brief, which I will deal with in a moment.

I would now like to give you a brief overview of the outlook in respect to conventional energy resources in Canada and the capability of delivery systems to bring the fuels from their point of origin to markets.

I would first like to say very clearly that with respect to the next decade, we have more than enough natural gas, liquefied petroleum gases and electricity generated from hydro, fossil fuels and uranium, to take care of all foreseeable Canadian needs. We do have an insufficiency of indigenous oil at this time and we are importing a net 300,000 barrels per day of crude oil. The level of imports will increase at least until the middle of the decade, and possibly beyond that. This is because we have been slow in developing oil sands plants. The need for them has been apparent, certainly for at least the last five years.

• 1000

I might add one obvious truth, that all major energy projects take five to ten years from the start of the project to delivery of the energy. We therefore need to take decisions today if we wish to effect the supply of energy in, say, 1986 or 1987. A one-year delay in getting agreement to go ahead with a major project postpones that much further into the future the time when we can get the energy. Moreover, inflation in the cost of major energy projects is generally greater than for the economy as a whole. Delay, therefore, makes them even more costly. In addition, one of the fundamental problems in organizing the supply of fuels from our rich energy resource base in Canada to serve the needs of Canadians arises from the fact that provinces own the resources and may have different goals from those of the federal government. Furthermore, industry, with respect to oil and gas matters, may not have identical goals with either the federal or provincial governments. Consequently, the federal government has difficulty in formulating and obtaining a consensus in regard to a national energy program to which all parts of the country are committed.

As you are well aware, this problem as well as the distribution of revenues, is at the core of the present NEP debate. Any attempt at forecasting energy supply and demand must make assumptions about the outcome of the present lack of harmony in energy matters. The very nature of the future of Canada, in its broadest sense, makes it difficult to proceed in an optimal way in developing our energy resources. Any forecast which is based on such a premise, in my opinion, would be unduly optimistic. Nevertheless, as the NEP points out, there are many beneficial things one can do now to improve our future supply-demand balances, improve our security of supply, and reduce our dependence on OPEC oil.

[*Translation*]

auteurs de mémoires révisent présentement leurs prévisions afin de les présenter de nouveau dans le cadre de l'enquête de l'Office sur l'offre et la demande et les prévisions de l'Office tenant compte de ces facteurs ne seront pas publiées avant mai 1981.

Ces prévisions sont contenues dans la seconde section de notre mémoire et j'y viendrai tout à l'heure.

J'aimerais maintenant vous brosser un tableau des perspectives canadiennes en matière de ressources énergétiques traditionnelles et de notre capacité de transporter les combustibles entre leur point de production et les marchés.

J'aimerais tout d'abord affirmer très clairement que pour la prochaine décennie, nous avons amplement de gaz naturel, de gaz de pétrole liquéfié et d'électricité produite par l'énergie hydraulique, par les combustibles fossiles et par l'uranium pour répondre à tous les besoins prévisibles des Canadiens. Nous ne produisons pas en ce moment assez de pétrole pour répondre à nos besoins et nous importons 300,000 barils par jour de pétrole brut. Ces importations augmenteront au moins jusqu'au milieu de la décennie et peut-être plus longtemps parce que nous avons tardé à construire des usines d'extraction des sables bitumineux. Il est évident, depuis au moins 5 ans, que nous avons besoin de ces usines.

Autre vérité évidente, disons qu'il faut compter entre 5 et 10 ans entre le moment où un grand projet énergétique est conçu et le moment où l'énergie est produite. Il faut donc prendre des décisions aujourd'hui pour modifier les approvisionnements d'énergie en 1986 ou 1987. Retarder d'un an avant de donner le feu vert à un grand projet, c'est retarder d'autant le moment où, dans l'avenir, nous commencerons à obtenir l'énergie. De plus, l'inflation touche devantage le coût des grands travaux énergétiques que l'économie en général. Tout retard fait donc augmenter leurs coûts. Un autre problème fondamental dans l'organisation de l'approvisionnement en combustible provenant de notre vaste ressource énergétique pour répondre aux besoins des Canadiens vient du fait que ces ressources sont la propriété des provinces dont les objectifs peuvent différer de ceux du gouvernement fédéral. En outre, l'industrie peut avoir des objectifs qui ne soient pas identiques à ceux du gouvernement fédéral ou des provinces pour ce qui a trait au pétrole et au gaz. En conséquence, il est difficile pour le gouvernement fédéral de formuler un programme énergétique national auquel toutes les parties du pays acceptent d'être liées.

Comme vous le savez, ce problème, de même que la répartition des revenus, est au cœur même du débat actuel sur l'énergie. Pour essayer de prévoir l'offre et la demande d'énergie, il faut faire certaines hypothèses quant à l'aboutissement éventuel du manque d'harmonie en matière d'énergie. A cause de la nature même de l'avenir du Canada, dans son sens le plus large, il est difficile de procéder avec optimisme à la mise en œuvre de nos ressources énergétiques. Toute prévision fondée sur cette prémisse serait, à mon avis, trop optimiste. Mais comme le signale le programme national, il est possible de faire beaucoup pour améliorer l'équilibre futur de nos approvisionnements et de notre demande, pour assurer la sécurité de

[*Texte*]

Let me turn now to the situation up to the year 2000. First, there is no question that we should have ample electricity for all of our needs. There are some major hydro sites yet to be developed in Quebec and at the Lower Churchill Falls in Labrador, on the Nelson River in Manitoba, in British Columbia and the Yukon. There is also tidal power in the Bay of Fundy waiting to be developed. We also have a proven technology in the CANDU nuclear reactor, which can supplement electricity generated from hydro and fossil fuels. It may be, however, that some of the major projects could be expedited by having an export component in the early years in order to assist in obtaining the financing. In respect to natural gas, it is clear to the board that we will have ample natural gas from conventional areas, together with already proven frontier reserves, to supply all of Canada's now known needs, as well as the existing authorized exports. We would, of course, expect to find a great deal more gas in the next 20 years, particularly in the frontier and offshore areas.

With respect to oil, we have already identified the problems in the decade ahead, when our conventional oil from existing fields will be declining. After that time, from 1990 onwards, conventional oil will be declining even further and we will need to rely more heavily on a combination of such resources as enhanced recovery of oil, oil from surface-mined and in situ oil sands, the Hibernia and other east coast offshore fields and, hopefully, from significant quantities of oil from the Beaufort Sea. In this period, a start will undoubtedly have been made in obtaining liquid fuels from our western coal.

The foregoing does not preclude the development of alternative energy systems. There may be a high priority need to develop them, not only as a growing means of supplying our longer run energy needs, but also to defer the time when nonrenewable resources will become exhausted, and to use more effectively and efficiently those we produce and consume now—for example, by improvement of refinery capabilities so as to produce more of the products we want from a barrel of crude oil, or by installing more efficient gas furnaces.

• 1005

Let me now turn to the delivery systems for energy. There are no major technical problems in delivering electricity to market within Canada. There are some outstanding problems in moving electricity such as exporting surplus production from the Lower Churchill River sites to United States markets if we are to benefit from financial assistance of United States interests to facilitate the early development of these projects for Canadian needs.

The natural gas pipeline system in existence connecting natural gas from conventional sources basically serves most Canadian needs with the exception of the eastern part of the

[*Traduction*]

nos approvisionnements et nous rendre moins dépendants du pétrole de l'OPEP.

Jetons un coup d'œil sur la situation jusqu'à l'an 2000. Tout d'abord, il est certain que nous devrions avoir assez d'électricité pour répondre à tous nos besoins. Il reste de grandes centrales à aménager au Québec, sur les chutes Churchill inférieures au Labrador, sur le fleuve Nelson au Manitoba, en Colombie-Britannique et au Yukon. Il y a aussi l'énergie marémotrice de la Baie de Fundy à mettre en valeur. Nous avons en outre une technologie démontrée, le réacteur nucléaire CANDU qui peut produire de l'électricité à partir de l'hydraulique ou de combustible fossile. On pourrait peut-être accélérer la réalisation de certains grands projets en acceptant d'exporter l'énergie produite pendant les premières années afin d'aider à obtenir le financement. Pour ce qui est du gaz naturel, l'Office a l'assurance que nous aurons amplement de cette ressource provenant de réserves classiques déjà prouvées pour satisfaire tous les besoins connus du Canada ainsi que toutes les exportations déjà autorisées. Nous espérons bien trouver beaucoup d'autres gisements de gaz d'ici 20 ans, surtout dans les régions reculées et dans les fonds sous-marins.

Pour ce qui est du pétrole, nous avons déjà cerné les problèmes qui nous attendent d'ici 10 ans alors que le pétrole traditionnel provenant des gisements existants aura décliné. A partir de cette date, c'est-à-dire après 1990, les réserves de pétrole classique continueront à diminuer et il nous faudra compter davantage sur plusieurs nouvelles ressources comme l'extraction améliorée du pétrole, le pétrole provenant de sables bitumineux ou de mines de surface, le puits Hibernia et d'autres gisements sous-marins de la côte de l'Est et, espérons-le, sur de grandes quantités de pétrole de la mer de Beaufort. A cette époque, nous aurons sans aucun doute commencé à recevoir des combustibles liquides extraits de notre charbon de l'Ouest.

Tout cela ne doit pas nous empêcher de commencer à mettre en valeur d'autres systèmes énergétiques. Il pourrait même être très urgent de les mettre en valeur, non seulement comme moyen de répondre à nos besoins d'énergie à long terme, mais aussi pour retarder l'échéance où nos ressources non renouvelables seront taries et pour utiliser plus efficacement ce que nous produisons et consommons maintenant en améliorant, par exemple, nos capacités de raffinage afin de produire une plus grande quantité de produits à partir d'un baril de pétrole brut, ou en installant des chauffages au gaz plus efficaces.

Permettez-moi de dire maintenant un mot des réseaux de distribution de l'énergie. Il n'y a aucun grand problème technique dans la distribution de l'électricité à l'intérieur du Canada. Il y a cependant certains problèmes à résoudre dans le transport de l'électricité, par exemple pour exporter les excédents de production de la basse Churchill vers les États-Unis afin de nous assurer l'aide financière des Américains pour nous aider à aménager bientôt ce cours d'eau afin de répondre plus tard aux besoins canadiens.

Les gazoducs existants mettent les gisements de gaz traditionnel à la portée de presque tous les Canadiens, à l'exception de l'Est du pays et de l'Île de Vancouver. Comme vous le

[*Text*]

country and Vancouver Island. As you know, the board has already certificated the extension of the TransCanada pipeline system to Quebec City from its existing terminus at Montreal and will shortly be hearing a new application to extend the pipeline to the Maritimes. It will, however, take time to develop the distribution systems to ensure security of supply for eastern Canada and to provide natural gas service to Vancouver Island.

Longer term, we still need to develop the means of connecting frontier and offshore gas to markets. Projects to remedy this are either before the board or will be before the board before long. The Dempster lateral is one possible way of moving Delta gas to Canadian markets in conjunction with the Alaska Highway natural gas pipeline system. A project to bring Arctic island gas in liquified form to southern markets is already before the board in an application filed by the Arctic pilot project consortium.

Further developments are under way which might open up Arctic navigational channels for both oil and gas. Polar Gas has indicated its intent to file an application by 1981 for a pipeline to connect both Delta and Arctic island gas by pipeline to southern markets, but there is no indication yet that some of the key components for a successful project are yet in place.

Sable Island gas, if found in commercial quantities, could be connected by pipeline to the mainland. Just how offshore Labrador gas, if found in large quantities, can be connected to markets is unclear at this time. I might add that all the major pipeline systems in Canada have, up to this time, required an export component when they were created in order to make them economical to bring Canadian energy to distant markets in Canada.

The oil pipeline system is also well developed. The Interprovincial-Lakehead System delivers oil from Alberta and Saskatchewan as far east as Montreal. There are other systems such as the Portland pipeline to Montreal for importing offshore oil, as well as the Trans-Mountain system serving western Canadian needs. The Board has heard an application, but not yet rendered a decision to connect oil reserves near Norman Wells in the Northwest Territories to market. A major question for the future if oil is found in large quantities in the Beaufort Sea is the appropriate means of bringing it to market.

Propane can be pipelined from Alberta to Sarnia, but a pipeline is needed to Montreal and possibly beyond if markets for surplus propane are to be developed in eastern Ontario, Quebec and the Maritimes.

In conclusion, in relation to this brief overview, the central problem in Canada at this time is how to develop liquid fuels for transportation uses and for stationary industrial heating purposes so as to replace insecure, high-priced OPEC oil. If OPEC oil were to be reduced in supply or cut off, this problem

[*Translation*]

savez, l'Office a déjà autorisé la prolongation du pipe-line transcanadien jusqu'à Québec à partir du terminus existant de Montréal et examinera bientôt une nouvelle demande visant à étendre le pipe-line jusqu'aux Maritimes. Il faudra cependant du temps pour aménager un réseau de distribution qui assure les approvisionnements à l'Est du Canada et qui amène le gaz naturel à l'Île de Vancouver.

A long terme, il nous reste à trouver le moyen d'assurer la distribution entre, d'une part, les gisements sous-marins et les gisements des régions éloignées et d'autre part, les marchés. L'Office étudie déjà ou étudiera bientôt des solutions à tous ces problèmes. L'embranchement de Dempster offrirait un moyen de transporter le gaz du Delta vers les marchés canadiens par l'entremise du gazoduc de la route de l'Alaska. L'Office étudie déjà une demande présentée par le consortium du projet pilote de l'Arctique en vue de liquéfier le gaz de l'Arctique et de le transporter vers les marchés du sud.

D'autres réalisations présentement à l'étude permettront peut-être le transport par bateau du gaz et du pétrole de l'Arctique. La société Polar Gas a déjà annoncé qu'elle comptait demander en 1981 l'autorisation d'aménager un gazoduc afin de transporter le gaz du Delta et des îles de l'Arctique vers les marchés du Sud, mais nous attendons encore la mise en place de certains éléments clés devant assurer le succès de ce projet.

Si l'on devait découvrir à l'Île de Sable des quantités de gaz commercialement exploitables, il serait possible d'aménager un pipe-line jusqu'à la terre ferme. Nous ne savons pas encore si le gaz sous-marin du Labrador pourra être rattaché aux marchés. J'ajoute que jusqu'ici, tous les grands pipe-lines canadiens ont dû servir à l'exportation, au moment de leur construction, avant de devenir rentables dans la distribution de l'énergie sur de grandes distances à l'intérieur du Canada.

Nos oléoducs sont aussi très développés. Le réseau interprovincial Lakehead transporte du pétrole de l'Alberta et de la Saskatchewan jusqu'à Montréal. Il y a aussi d'autres réseaux, comme le pipe-line de Portland à Montréal qui sert à l'importation du pétrole, sous-marin ainsi que le réseau Trans-Mountain qui répond aux besoins de l'Ouest canadien. L'Office a examiné une demande, mais n'a pas encore rendu sa décision, concernant la construction d'un pipe-line entre les réserves voisines du puits Norman, dans les Territoires du Nord-Ouest, et les marchés. Un grand problème à résoudre, si l'on découvre du pétrole en grande quantité dans la mer de Beaufort, sera de trouver le moyen de transporter ce pétrole vers les marchés.

Le gaz propane peut être transporté par oléoduc entre l'Alberta et Sarnia, mais il faudrait un pipe-line jusqu'à Montréal et même plus loin si l'on veut créer des marchés pour les surplus de gaz propane dans l'est de l'Ontario, au Québec et dans les Maritimes.

Je terminerai ce bref tour d'horizon en disant que le principal problème, au Canada, consiste à trouver les moyens de développer les combustibles liquides pour les transporter et les utiliser à des fins industrielles afin de remplacer les approvisionnements incertains et très coûteux de pétrole de l'OPEP. Si

[*Texte*]

would be very acute. If we solve this problem, then our other energy problems would appear to be relatively minor.

I might add that Canada is incredibly fortunate in its energy resource base compared with almost any other country in the world. Nevertheless, the task of your committee in appraising and encouraging, as appropriate, alternative energy systems is a prudent and wise step in the complex situation unfolding, particularly in the face of a significant probability of a disruption in OPEC oil within the next few years.

Mr. Chairman, depending on your wishes, it had not been my intention to read the balance of our brief into the record. Perhaps if you would agree, I could point out the highlights of our submission and this would leave more time for us to deal with members' questions.

• 1010

The Chairman: I think that would be agreed, yes.

Mr. Edge: Chapter 2 of our brief deals with the energy supply and demand balances and I might draw the committee's attention regarding the demand side to Table D-2, on page 2-4 which shows the market shares for the various energy forms in 1980 and 2000 and the average annual growth between now and the year 2000.

The committee also will note the substantial decline in oil's share of the primary energy demand by 2000, with most of oil's loss being taken up by hydro and nuclear. Also noteworthy is the fact that, although renewable energy experiences the largest average annual growth, some 9 per cent by 2000, it only represents some 3 per cent of energy demand.

With respect to oil supply and demand, I would draw the committee's attention to Figure 2.1 on page 2-7. This shows the demand on the top line on the chart, and the supply on the second line. The space between these lines represents the annual imports required to supplement indigenous Canadian supply. Again, I would remind you that this chart was prepared before the NEP was announced.

The natural gas supply-demand position is shown on Figure 2.2 on page 2-10; conventional sources of gas to meet Canadian needs and authorize exports until 1996. Again, the data on which this forecast was based has also been updated in the inquiry now in progress. I should stress that this graph excludes supply from frontier areas. It is board policy not to include frontier resources until a means of bringing these to market is assured.

The sources of generation of electricity are shown on page 2-2 with hydro at 69 per cent supplying the lion's share. We expect this to be the case through the year 2000.

[*Traduction*]

les pays de l'OPEP devaient réduire ou supprimer leurs approvisionnements, nous aurions un problème très aigu. Si nous trouvons une solution à ce problème, nos autres problèmes d'énergie nous sembleront peu importants.

J'ajoute que le Canada est incroyablement privilégié en ressources énergétiques comparativement à presque tous les autres pays. Il reste cependant qu'il est sage et prudent que votre comité cherche à évaluer et à favoriser, s'il le juge approprié, des énergies de remplacement, vu la conjoncture complexe actuelle et étant donné surtout qu'il est très probable que le pétrole de l'OPEP vienne à manquer complètement d'ici quelques années.

Monsieur le président, je président, je n'avais pas l'intention de donner lecture du reste de notre mémoire, mais je me plierai à vos désirs. Si cela vous agrée, je pourrais souligner seulement les faits saillants de notre mémoire, ce qui nous laisserait plus de temps pour répondre aux questions des membres du comité.

Le président: Nous serions d'accord avec cette façon de procéder.

M. Edge: Le chapitre 2 de notre mémoire porte sur la balance de l'offre et de la demande d'énergie et j'aimerais signaler au comité, au sujet du facteur demande, le tableau D-2, à la page 2-4 qui donne une idée des besoins du marché pour les diverses formes d'énergie en 1980 et en l'an 2000 ainsi que la croissance annuelle moyenne jusqu'à l'an 2000.

On aura remarqué la diminution sensible de la part du pétrole dan la demande d'énergie primaire en l'an 2000, le pétrole étant en grande partie remplacé par l'hydraulique et le nucléaire. Il vaut la peine de signaler aussi que même si l'énergie renouvelable connaît la plus forte croissance annuelle moyenne, soit 9 p. 100 en l'an 2000, elle ne représente qu'environ 3 p. 100 de la demande d'énergie.

Pour ce qui est de l'offre et de la demande de pétrole, j'aimerais signaler au comité la figure 2.1, à la page 2-7. Cette figure nous montre la demande, à la première ligne du graphique, et l'offre à la seconde ligne. L'espace entre les deux lignes représente les quantités à importer chaque année pour répondre aux besoins canadiens. Je rappelle encore une fois que ce graphique a été préparé avant l'annonce du programe énergétique national.

La situation, pour ce qui concerne l'offre et la demande de gaz naturel, est illustrée au graphique 2.2, à la page 2-10; les sources traditionnelles de gaz pour répondre aux besions canadiens et aux exportations autorisées jusqu'en 1996. Les données sur lesquelles se fonde cette prévision ont été mises à jour dans le cadre de l'enquête présentement en cours. Je signale que ce graphique ne tient pas compte des approvisionnements provenant de régions éloignées. L'Office a pour principe de ne pas inclure ces ressources éloignées tant qu'on n'aura pas trouvé un moyen assuré de les transporter vers les marchés.

Les sources de production de l'électricité sont illustrées à la page 2-2, l'hydraulique accaparent la part du lion, 69 p. 100. Nous pensons que cet état de choses se maintiendra jusqu'à l'an 2000.

[*Text*]

Chapter 3 describes current oil, gas and electricity delivery systems, and future additions to these systems. This chapter also includes maps of oil and gas delivery systems which the committee may find useful. I believe you may also have received a map of electric power transmission networks.

Chapter 4 deals with oil imports in some detail. It points out that the impact for the National Energy Program has not been analysed, but that the deficit in domestic oil supply is the type of forward picture the program has in part been designed to address.

Chapter 4 goes on to comment on the outlook for world supply, and the limited means in Canada for dealing with interruptions in imports.

Chapter 5 discusses the potential for oil substitution by natural gas, electricity, coal, propane and liquid fuels produced from natural gas.

Mr. Chairman, this is a summary of our presentation. I apologize that, due to the short notice, our brief has only been in your members' hands since yesterday. We will be pleased to answer questions that you may have now and if you wish to submit written questions to us later, we will respond as quickly as we can. Thank you.

The Chairman: Thank you very much, Mr. Edge. I am sure there will be a lot of questions. Right at the beginning of your brief, you mentioned a dilemma that you find yourselves in, due to the work of your hearings going on and, yet, you were invited to come before this Committee at the same time. It also creates a difficulty for us. The problem is that our deadline is March 31, while yours is some time in May, I believe, you said. In other words, our report can be of benefit to your report, but your report cannot be of benefit to ours. However, that will perhaps spur the members on to prepare an even better report than we have been working on.

Mr. Edge: They will be available, Mr. Chairman; all the submissions to our hearings, which are the supplemental ones are expected to be available by the end of this year. Those would be available to any members of your committee of course.

The Chairman: Thank you. I think we understand the dilemma you are in, and we appreciate it because we have had some of these problems ourselves. In the line of questioning that may be addressed to you by my colleagues and our project manager, Mr. Clay, if you feel that you cannot answer because of the difficulties you have outlined in the beginning of your brief, perhaps you could say so—I think you and the members could think about this—and we could maybe have an in camera meeting, because there are some facts and figures that this committee must have, I think, in order to have a report that is as comprehensive and credible as possible. You can understand the dilemma we are in as well. We understand that it would not be very courteous and would not be a good idea for you to give us new forecasts while you are asking for input from the people in industry, the general public and the governments of the provinces. We understand that. We have met

[*Translation*]

Le chapitre 3 décrit les réseaux de distribution du pétrole, du gaz et de l'électricité ainsi que les agrandissements futurs de ces réseaux. Ce chapitre contient aussi des cartes des réseaux de distribution de gaz et de pétrole que le comité trouvera sans doute utiles. Je pense que vous avez déjà reçu une carte des réseaux de transmission de l'électricité.

Le chapitre 4 étudie en détail les importations de pétrole. Il signale que les conséquences du programme national n'ont pas encore été analysées, mais que le déficit des approvisionnements intérieurs est précisément le genre de problème que le programme devrait résoudre.

Le chapitre 4 examine ensuite les approvisionnements mondiaux et signale que le Canada ne peut pas faire grand chose pour lutter contre les interruptions des importations.

Le chapitre 5 examine la possibilité de remplacer le pétrole par le gaz naturel, l'électricité, le charbon, le gaz propane et les combustibles liquides produits à partir du gaz naturel.

Voilà, monsieur le président, un résumé de notre mémoire. Je m'excuse si, à cause des délais très courts, notre mémoire n'a été remis à vos membres qu'hier. Nous serons heureux de répondre maintenant à vos questions et si vous voulez par la suite nous présenter des questions écrites, nous y répondrons aussi vite que possible. Merci.

Le président: Merci beaucoup, monsieur Edge. Je suis sûr qu'il y aura beaucoup de questions. Au début de votre mémoire, vous dites que vous vous trouvez dans un dilemme parce que vos propres audiences sont en cours au moment où vous avez été invité à témoigner devant notre comité. Cela nous crée aussi une difficulté. Le problème, c'est que l'échéance de notre mandat est fixée au 31 mars tandis que la vôtre se situe en mai, sauf erreur. Autrement dit, notre rapport pourra vous être utile, mais votre rapport ne nous sera pas utile à nous. Cela incitera peut-être nos membres à préparer un rapport encore meilleur que ce que nous avions commencé à faire jusqu'ici.

M. Edge: Nos documents seront disponibles, monsieur le président. Tous les mémoires présentés à nos audiences, c'est-à-dire des mémoires supplémentaires, devraient être disponibles avant la fin de cette année. Évidemment, tous ces documents seront à la disposition des membres de votre comité.

Le président: Merci. Nous comprenons votre dilemme d'autant mieux que nous avons éprouvé nous-mêmes les mêmes problèmes. Pour ce qui est des questions que mes collègues et notre directeur de projet, M. Clay, pourraient vous poser, si vous estimez ne pas pouvoir répondre à cause des difficultés énoncées au début de votre mémoire, peut-être pourriez-vous dire qu'à votre avis, vous et les membres du comité pourraient y repenser, et ensuite nous pourrions avoir une séance à huis clos, parce que notre comité a absolument besoin de connaître certains chiffres et certains faits afin de présenter un rapport aussi complet et aussi digne de foi que possible. Vous comprendrez sûrement notre dilemme. Nous savons qu'il ne serait pas très courtois ni très sage de nous donner de nouvelles prévisions pendant que vous-même, vous réclamez de nouvelles données des représentants de l'industrie, du grand public et des gouvernements provinciaux. Nous comprenons cela. Nous

[*Texte*]

with every provincial government, and most of the meetings were in camera for that reason.

• 1015

So if you see any difficulty, Mr. Edge, in some of the questioning, we will understand if you decline to answer them but we would hope that we could get the answers even if they are of a confidential nature.

The second request I would like to make to you is . . .

Mr. Edge: Could I just respond to that?

The Chairman: Yes.

Mr. Edge: I would like a few moments or a day to think about your in camera session. We may be able to respond there. The board's practice in its own proceedings is to never have any information which is not in the public domain, so I would just like to think about your suggestion. I will respond to you on that one within 24 hours.

The Chairman: Thank you. The second request I do not believe will give you any difficulty, at least I hope not because I think it would be very important to members of this committee. We have opened up a line of communications with the Department of Energy, Mines and Resources in order to help us write our report. There may be times when we will need an update or clarification on certain facts and figures that have been given to us, and our project manager has the name of the assistant deputy minister in EMR and they have promised to give him immediate responses because we will start to write our report in a couple of weeks. Could we also have you, sir, delegate someone who could answer Mr. Clay when he has similar requests? It would be mostly statistical requests, I imagine. Mr. Clay could elaborate on this, of course, but it would be very helpful to the committee if we had an open—I was going to use the word "pipeline"—to your energy board to help us in getting those facts and figures.

Mr. Edge: Mr. Boyd Gilmour, a member of the board, will be happy to act as that focal point.

The Chairman: Thank you very much, sir.

Mr. Edge: I might just say in relation to your earlier inquiry that if we have cases before us on a quasi-judicial basis, of course, where there has not been a decision there is no way we can disclose any aspect of such matters.

The Chairman: We understand. Thank you very much. I would like to open the questioning now to my colleagues. Mr. Gurbin, I believe, is the first name on the list.

Mr. Gurbin: Thank you very much, Mr. Chairman. I appreciate both of the points you made. They were very good points, both of them, and I congratulate you.

The Chairman: Thank you.

Mr. Gurbin: Right off the bat, I have a bit of a problem, no confrontation, just a problem in relating to the figures, and this is my problem, not yours. The petajoules, why did you

[*Traduction*]

avons rencontré tous les gouvernements provinciaux et pour cette raison, la plupart de nos réunions ont été tenues à huis clos.

Donc, s'il vous est difficile de répondre à certaines questions, nous vous comprendrons de refuser de répondre, mais nous espérons obtenir les réponses, même si elles sont de nature confidentielle.

La deuxième demande que je voudrais vous faire . . .

M. Edge: Pourrais-je répondre à cette question?

Le président: Oui.

M. Edge: J'aimerais avoir quelques instants ou peut-être une journée complète pour réfléchir à cette question des réunions à huis clos. Peut-être pourrons-nous vous y fournir les réponses demandées. L'Office a pour politique de ne jamais recevoir de l'information qui n'est pas du domaine public et c'est pourquoi j'aimerais pouvoir réfléchir un peu à votre suggestion. Je vous répondrai à ce sujet dans 24 heures.

Le président: Merci. Pour ce qui est de ma deuxième demande, je crois qu'elle ne vous créera aucune difficulté, du moins je l'espère, car elle est très importante pour les membres de notre comité. Nous avons établi certaines communications avec le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources pour nous aider à rédiger notre rapport. Nous pourrions avoir besoin d'une mise à jour ou d'une précision concernant certains faits ou certains chiffres que vous nous fournirez et notre directeur de projet a le nom du sous-ministre adjoint, qui nous a promis de nous donner des réponses immédiates parce que nous commencerons la rédaction du rapport dans deux ou trois semaines. Pourriez-vous, vous aussi, nous donner le nom de quelqu'un qui pourrait répondre à des questions semblables de M. Clay? Il s'agirait surtout, j'imagine, de statistiques. M. Clay pourrait vous donner des précisions, mais il serait très utile pour notre comité d'avoir une ligne ouverte, j'oserais même dire un pipe-line ouvert, avec votre Office de l'énergie pour nous aider à obtenir des données et des chiffres.

M. Edge: M. Boyd Gilmour, membre de l'Office, sera heureux de servir de porte-parole.

Le président: Merci beaucoup.

M. Edge: Pour ce qui est de votre autre question, j'aimerais ajouter que si nous avons à l'étude des questions quasi judiciaires au sujet desquelles un jugement n'a pas encore été rendu, il nous serait absolument impossible de vous révéler le moindre aspect de ces questions.

Le président: Nous comprenons. Merci beaucoup. J'aimerais maintenant inviter mes collègues à vous poser des questions. Monsieur Gurbin, sauf erreur, votre nom est le premier sur la liste.

M. Gurbin: Merci beaucoup, monsieur le président. J'ai bien apprécié les deux propositions que vous nous avez présentées. Elles étaient très claires, très utiles, et je vous en félicite.

Le président: Merci.

M. Gurbin: Pour commencer, j'ai ici un petit problème. Il ne s'agit pas de confrontation, mais d'une compréhension des chiffres. Ce problème, c'est le mien, non pas le vôtre. Je pense

[*Text*]

pick that one? We have a chart which our research department has prepared for us to help us interrelate these different figures, but I am not used to reading those figures and I just wonder . . .

Mr. Edge: In any parts of our brief I think we have numbers available in the traditional system. The board was required to move to systems international about a year ago and all our reports tend to be in those numbers. I share your problem. I think quite often in the old numbers of cubic feet or Btu's. But any number you wish translated, I think we have someone here who can respond with the other numbers. The petajoule is a slightly easier one, it is 1.05 per cent of a trillion cubic feet. So if you think of a petajoule as a something equivalent to a trillion cubic feet, that one is fairly close.

• 1020

Mr. Gurbin: Petajoule—a trillion cubic feet.

Mr. Edge: Yes. It is 1.05 per cent of a trillion cubic feet.

The Chairman: Is that cleared up, Mr. Gurbin?

Mr. Gurbin: No.

Mr. Edge: That is "exajoule", not "petajoule".

Mr. Gurbin: We can get the translations of that, can we? Okay.

The Chairman: In which of the official languages?

Mr. Gurbin: Either one will . . .

Mr. Edge: I think we may have a copy of our brief. If not, we will get one with all the other units marked up on it and leave it with you.

Mr. Gurbin: That would be very helpful to me.

Mr. Edge: We will undertake to file that with your committee.

Mr. Gurbin: For the purposes of our report at least; I am not going to be able to gear my mind into a number of different units.

Mr. Edge: We share your problem.

Mr. Gurbin: The National Energy Board coming before us, as you are now—I really am thankful to have the opportunity to meet with you and to have the advantage of your very capable and probably high-profile background in the energy arena in Canada.

The National Energy Board has a bit of a mystique about it, I think. Over the years I have been in a position to watch it a little, I know it has been in positions at times where it has a tremendous amount of influence which has not really turned out to be the kind of influence you would have liked. I go back to 1973 and the forecast for oil supply, and I look now at the question of the natural gas supply we have in western Canada and the very fluid nature of the changing projections and the realities which come out several years after the projections are made, in what we really have or what resource is available—this kind of thing.

[*Translation*]

aux petajoules. Pourquoi utiliser cela? Nous avons un graphique préparé par notre département de recherches pour nous aider à établir le rapport entre ces différents chiffres, mais je n'ai pas l'habitude de les lire et je me demande . . .

M. Edge: Pour n'importe quelle partie de notre mémoire, nous avons des chiffres traduits dans le système traditionnel. Il y a environ 18 mois, on a demandé à l'Office d'utiliser désormais le système international et tous nos rapports sont maintenant rédigés selon ce système. J'ai le même problème que vous. Je continue souvent à penser en pieds cubes ou en Btu, mais n'importe quel nombre que vous voulez faire traduire nous aurons ici quelqu'un qui pourra vous donner l'interprétation. Le petajoule, l'un des plus faciles, représente 1.05 p. 100 d'un trillion de pieds cubes. Donc, si vous pensez qu'un petajoule est à peu près l'équivalent d'un trillion de pieds cubes, c'est assez proche.

M. Gurbin: Un petajoule, un trillion de pieds cubes.

M. Edge: Oui. C'est 1.05 p. 100 d'un trillion de pieds cubes.

Le président: Est-ce clair, monsieur Gurbin?

M. Gurbin: Non.

M. Edge: Il faudrait lire exajoule, et non petajoule.

M. Gurbin: Nous pouvons obtenir la traduction de ces nombres? Très bien.

Le président: Dans laquelle des langues officielles?

M. Gurbin: L'une ou l'autre.

M. Edge: Nous avons je pense un exemplaire de notre mémoire. Sinon, nous en obtiendrons un exemplaire où toutes les unités sont traduites et nous vous le laisserons.

M. Gurbin: Ce sera très utile pour moi.

M. Edge: Nous vous en fournirons un exemplaire.

M. Gurbin: Au moins pour la rédaction de notre rapport. Je ne pourrai jamais m'habituer à comprendre toutes ces différentes unités.

M. Edge: Nous avons tous le même problème.

M. Gurbin: Je suis très heureux d'avoir cette occasion de rencontrer les spécialistes de l'Office national de l'énergie. Je suis surtout heureux de pouvoir puiser dans vos connaissances sans doute très vastes concernant tout le domaine énergétique au Canada.

Il y a une certaine mystique qui entoure l'Office national de l'énergie. Dans le passé, j'ai eu l'occasion de surveiller son action et je sais qu'il a pu, à l'occasion de surveiller son action et je sais qu'il a pu, à l'occasion, exercer une profonde influence qui n'a pas toujours donné les résultats qu'on aurait voulu en attendre. Je me rappelle l'année 1973, et les prévisions que l'on faisait alors au sujet de l'approvisionnement en pétrole. Je pense aussi à la question du gaz naturel que nous avons dans l'Ouest canadien et à la nature très fluide et changeante des projections d'un côté et des réalités qui se réalisent quelques années après les projections pour nous montrer vraiment ce que nous avons et quelles sont nos ressources.

[*Texte*]

How much confidence can we have as a committee in your opinion? What probability factor is there that these figures we are getting now are in fact the true figures, the kind of figures we can really hang our hat on? How much confidence can we put in your projections?

Mr. Edge: Let me just go back to one of your examples, of 1974-75, on the natural gas supply.

Mr. Gurbin: I was thinking of oil more than gas.

Mr. Edge: Well, let me respond on gas first. On the gas side, we were having great difficulty in getting reasonable prices for natural gas. The Ontario utilities in particular did not want to increase the price from 26 cents to 32 cents, and as a result demand was abnormally high and supply was very poor. That changed as a result of the federal-Alberta agreement and the coming into effect of the Petroleum Administration Act. There was a substantial change in the supply of gas and we are in a healthier situation now and demand has been curbed because of that event.

Now, could the board predict exactly the outcome of the 1974-75 political debate on pricing and royalties? I do not know. I think we probably have even less chance of knowing the outcome of the present, shall I say disharmony, in energy matters. Yet the board is always expected to be right, 10, 15 years down the road, when the political events of the next few months have not yet unfolded. So I would say you cannot rely with a high probability on a National Energy Board forecast at this time. I hope directionally we will be right, but the political events on which a sound basis can be made have not yet gelled.

Mr. Gurbin: You raise an interesting point, I think. You say supply is directly related to political events or to price or both. So what you are saying is that supply is not an absolute quantity of what is available, or what your projections are and what is available, but what will be made available through a pricing regime or through a political event. Is that your point?

Mr. Edge: Yes, but let me just amplify. Natural gas has been very responsive to price. I think enhanced oil recovery will be very responsive to price. Whether $30 is adequate, it is a little early to say. The tar sands plants will be very responsive to price. Whether we will get much more conventional oil in Alberta by a significant price increase is a more questionable factor. The price increase may be necessary for other political reasons; I do not know.

Mr. Gurbin: I think you would help a great many of your readers if that point could be clarified. I know in any press report I have ever seen or any information I have ever had, I have not ever been exposed to that concept in your projections;

[*Traduction*]

Quelle confiance pouvons-nous avoir en votre opinion? Quel est le facteur de probabilité que les chiffres que nous recevons maintenant sont les vrais chiffres? Qui nous dit que ce sont des chiffres définitifs sur lesquels nous pouvons faire de vraies projections? Quelle foi pouvons-nous accorder à vos propres projections?

M. Edge: Revenons si vous le voulez bien à l'un de vos exemples, c'est-à-dire à 1974-1975 au sujet de l'approvisionnement en gaz naturel.

M. Gurbin: Je pensais plutôt au pétrole.

M. Edge: Laissez-moi répondre tout d'abord au sujet du gaz. A cet égard, nous éprouvions de grandes difficultés à obtenir des prix raisonnables pour le gaz naturel. Les utilités publiques de l'Ontario, en particulier, ne voulaient pas augmenter le prix de 26 à 32 c. et il en résulta que la demande était anormalement élevée et l'offre très faible. La situation a changé par suite de l'entente entre le gouvernement fédéral et l'Alberta et à l'entrée en vigueur de la Loi sur l'administration du pétrole. Il y a eu un changement sensible dans l'approvisionnement en gaz. Notre situation est meilleure maintenant et la demande a été par conséquent satisfaite.

Mais l'Office pouvait-il prédire exactement l'issue du débat politique de 1974-1975 sur les prix et les redevances? Je l'ignore. Je crois que nous avons probablement encore moins de chance de connaître l'issue de la présente, disons mésentente, au sujet des questions d'énergie. Et pourtant, on croit que les prévisions de l'Office devraient se révéler justes 10 ou 15 ans plus tard, alors que les événements politiques qui surviendront dans quelques mois sont encore à venir. Je dirais donc qu'on ne pourrait accorder une très forte probabilité de prévision aux prévisions actuelles de l'Office national de l'énergie. J'espère que notre orientation générale aura été juste, mais les événements politiques sur lesquels on pourrait fonder une solide prévision ne sont pas encore arrivés à leur conclusion.

M. Gurbin: Vous soulevez un point intéressant. Vous dites que l'approvisionnement est directement rattaché à des événements politiques ou aux prix, ou aux deux. Vous dites donc que l'approvisionnement n'est pas une quantité absolue de ce qui est disponible ou de ce que sont vos projections, mais plutôt de ce qui sera rendu disponible par un régime de prix ou par un événement politique. C'est ce que vous dites?

M. Edge: Oui, mais permettez-moi d'aller un peu plus loin. Les approvisionnements en gaz naturel ont été très sensibles au régime des prix. Je crois que les méthodes améliorées de récupération du pétrole seront, elles aussi, très sensibles aux prix. Il est encore bien tôt pour dire si un montant de $30 sera suffisant. Les usines d'extraction des sables bitumineux seront, elles aussi, très sensibles aux prix. Il est beaucoup moins certain que nous pourrons obtenir plus de pétrole traditionnel en Alberta au moyen d'une augmentation sensible du prix. L'augmentation des prix peut être nécessaire pour d'autres raisons politiques, ce que j'ignore.

M. Gurbin: Je crois qu'il serait très utile pour beaucoup de vos lecteurs de bien préciser ce point. Dans tous les articles de journaux ou autres renseignements que j'ai pu lire, je n'ai jamais vu ce genre de concept rattaché à vos projections. Je ne

[*Text*]
not in such a way that it comes out that this supply factor would be likely to change according to a pricing regime.

• 1025

Mr. Edge: Well, I think we have made a point in the present hearing underway; there is a separate section on that which is called, I believe, economics of supply. Several companies have responded in depth to us on that. Mr. Vollman may want to amplify but we plan to deal with this in the forthcoming report on our supply-demand hearing. I think it is a very important factor.

Mr. Gurbin: I am darn sure the public at large does not relate to that.

Mr. Edge: The United States is clearly aware of this. They will have their oil deregulated by September, 1981. They were planning to deregulate natural gas by 1985 and, if I read the papers correctly, President-elect Reagan says it might occur by 1982 but undoubtedly they will get some response on supply and curbing of demand by the price mechanism.

Mr. Gurbin: One of the things that is of interest to me in your report is the fact that in any type of energy project that we get into, particularly large-scale energy projects, the financing arrangement or whether or not we can do it is going to depend an awful lot or whether or not we can do it on exports.

Mr. Edge: That is quite often the case, not always the case, but quite often the case.

Mr. Gurbin: We had this point brought out to us by the premier of one of the provinces—and I am not sure whether that was an in camera meeting or not; I suspect it was so I will not mention his name but the province is east of Ontario and . . .

An hon. Member: And west of Beaufort Sea.

Mr. Gurbin: There is some provincial concern, in terms of building a natural gas pipeline, that Canada and eastern Canadians will bear an inordinate amount of the cost for a pipeline that was built for export purposes. Now, I guess there are two ways of looking at that. On the one hand, you could not build the pipeline unless you had the export market—Canadians could not afford to do it themselves. On the other hand, the question is really, even with that export market available which the producers would like, whether or not Canadians themselves would be paying a lot more than they normally would and whether or not they really need that pipeline.

Mr. Edge: I am not quite sure how to respond. Let me add several comments. Looking at frontier gas is quite different from looking at Alberta gas going to export. If frontier gas goes to market, it generally comes in a fairly large surge of gas and you need both a domestic and export market to absorb it. That is not true of Alberta gas getting to market. If you are referring to the Quebec & Maritime pipeline, when the board first heard that application, it had very few of what I would call the essential components of a successful project. There

[*Translation*]
l'ai jamais vu exposé de telle façon que le facteur de l'approvisionnement pourrait être modifié par un régime des prix.

M. Edge: Nous avons bien fait ressortir cet aspect de la question dans les audiences qui sont en cours. Il y a, sur le sujet, une section distincte qui s'intitule, sauf erreur, l'économie des approvisionnements. Plusieurs sociétés ont répondu en détail à ce sujet. M. Vollman voudra peut-être en dire davantage, mais nous comptons examiner cette question dans notre prochain rapport sur les audiences concernant l'offre et la demande. A mon sens, c'est un facteur très important.

M. Gurbin: Je suis bien certain que le grand public n'y comprend pas grand chose.

M. Edge: Les États-Unis sont très au fait de la question. Leur pétrole sera déréglementé au mois de septembre 1981. Ils comptaient déréglementer le gaz naturel en 1985, mais si j'interprète bien les nouvelles, le président élu Reagan affirme que cela pourrait se faire en 1982, mais il ne fait aucun doute qu'ils feront varier l'approvisionnement et freiner la demande par le mécanisme des prix.

M. Gurbin: L'une des choses que je trouve intéressante dans votre rapport, c'est le fait que dans tout projet énergétique, surtout en ce qui a trait aux grands projets, le financement, ou la possibilité de réaliser ce projet dépend énormément des exportations.

M. Edge: C'est très souvent le cas. Pas toujours, mais très souvent.

M. Gurbin: Cet aspect nous a été signalé par un premier ministre provincial. Je me demande ici si c'était lors d'une séance à huis clos. J'imagine que oui, donc je ne mentionnerai pas la province, mais elle est à l'est de l'Ontario . . .

Une voix: Et à l'ouest de la mer de Beaufort.

M. Gurbin: Quand on parle de la construction d'un gazoduc, certaines provinces craignent que le Canada et les Canadiens de l'Est n'aient à financer une partie disproportionnée du coût d'un pipe-line qui est construit pour des fins d'exportation. J'imagine qu'il y a deux façons d'envisager la question. D'un côté, nous ne pouvons construire le pipe-line sans un marché d'exportation, car les Canadiens n'auraient pas les moyens de le construire. D'un autre côté, ce qu'il faut savoir au fond, même avec ce marché d'exportation souhaité par les producteurs, c'est si les Canadiens eux-mêmes paieront plus qu'ils n'auraient normalement payé ou si, au fond, ils ont vraiment besoin de ce pipe-line.

M. Edge: Ne sachant pas au juste comment répondre, je vous demande de me laisser ajouter certains commentaires. Si l'on parle des gisements de gaz situés dans des régions éloignées, c'est une question bien différente de celle des gisements de gaz albertains destinés à l'exportation. Si les gisements éloignés sont réliés à un marché, c'est généralement pour transporter d'énormes quantités de gaz et il faut un marché intérieur et un marché d'exportation pour tout absorber. On ne peut dire la même chose du gaz albertain transporté vers les

[*Texte*]

were no contracts to market the gas. There was no financing in place and most of the essential ingredients were not there. Since the National Energy Program has been announced, the company, TQ&M, has announced it will refile but the government announced that the pricing will be clearly the same east of Toronto for the same class of gas service, which is a major help to marketing gas in the Maritimes. They have said that they would, if necessary, assist in the financing of the transmission system. They have said in the NEP that they would assist the distributors and perhaps, more importantly, they would help homeowners to convert their furnaces to natural gas. That puts much more of the system in place. I do not know whether there will be an export component to that pipeline or not. The statement of intent filed by TQ&M does not mention directly, I believe, an export component. It shows some dotted lines on its chart and that might be a matter for the future, but there are various ways of getting gas to export markets, and it is unclear to the board at this time that the Maritime pipeline would be the most beneficial way if we wanted to move more gas in to the export market.

Mr. Gurbin: You have calculated something, I guess, in the neighbourhood of 14 trillion cubic feet that we have now committed to export. Are you comfortable with that figure? Do you think we need to export more than that to open up the markets in Canada or is that going to create a problem for us downstream in terms of supply?

Mr. Edge: I do not think we need that to open any markets in Canada. I think I indicated in my report that between 1990 and 2000 and beyond we may need to get some frontier gas coming into the Canadian market. If that is so, it is possible an export component, at least in the early stages, may be needed to finance and handle the surge of gas that would come forward.

• 1030

Mr. Gurbin: So you would look at more exports? That is what you said, is it?

Mr. Edge: That is a possibility in respect of frontier gas; but I do not think any new exports are needed to get conventional Canadian gas in Alberta and B.C. and Saskatchewan to Canadian markets.

Mr. Gurbin: Mr. Chairman, I will ask one more question and then I will pass for a second round, if I may. I have a lot of other questions but I will give other people a chance.

Taking up the cause of one of our members who is not here today, and I do not know if he will like the way I do it, exactly, but . . .

An hon. Member: He will not.

Mr. Gurbin: He probably will not, right.

[*Traduction*]

marchés. Si vous voulez parler du pipe-line du Québec et des Maritimes, quand l'Office a entendu cette demande, il disposait de très peu de ce que j'appelle les éléments essentiels au succès d'une entreprise. Il n'y avait aucun contrat pour la vente du gaz. Aucun financement n'était disponible et la plupart des ingrédients essentiels étaient absents. Depuis l'annonce du programme énergétique national, la société TQ et M a annoncé qu'elle ferait une nouvelle demande, mais le gouvernement a établi de son côté que les prix seraient les mêmes à l'est de Toronto pour la même catégorie de services, ce qui apporte un énorme appui à la commercialisation du gaz dans les Maritimes. Ils ont annoncé qu'au besoin, ils aideraient au financement du réseau de distribution. Le gouvernement annonce dans son programme qu'il aiderait les distributeurs et, peut-être, ce qui est encore plus important, qu'il aiderait les propriétaires à convertir leur chauffage au gaz naturel. Ce sont là des éléments essentiels à la mise en place du réseau. J'ignore si le pipe-line projeté servira aussi à l'exportation. La demande déposée par TQ et M ne fait aucune mention directe de l'exportation. Dans ses graphiques, il y a certaines lignes pointillées et il s'agit peut-être de projets futurs, mais il y a différentes façons d'amener le gaz vers des marchés d'exportation. L'Office ne sait pas au juste, en ce moment, si le pipe-line des Maritimes serait la façon la plus rentable de transporter le gaz destiné à l'exportation.

M. Gurbin: Vous avez calculé que nous nous sommes engagés à fournir quelque chose comme 14 trillions de pieds cubes à l'exportation. Est-ce un chiffre réaliste? Pensez-vous que nous ayons besoin d'en exporter davantage pour ouvrir des marchés au Canada ou de telles quantités pourraient-elles, dans l'avenir, nous créer un problème d'approvisionnement?

M. Edge: Je ne crois pas que nous ayons besoin de cela pour ouvrir des marchés au Canada. Je crois avoir dit dans mon rapport qu'entre 1990 et 2000, et par la suite, nous aurons peut-être besoin de faire acheminer vers les marchés canadiens le gaz des régions éloignées. Si tel est le cas, il se peut que les exportations, du moins au début de la mise en service, soient nécessaires pour financer le projet et pour absorber les énormes quantités de gaz que nous recevrons.

M. Gurbin: Alors, on se tournerait vers l'exportation? C'est bien ce que vous avez dit?

M. Edge: C'est une possibilité pour le gaz provenant des régions éloignées. Mais je ne pense pas que les exportations soient nécessaires pour acheminer vers les marchés canadiens le gaz traditionnel canadien provenant de l'Alberta, de la Colombie et de la Saskatchewan.

M. Gurbin: Monsieur le président, j'aimerais poser une autre question et ensuite revenir à la deuxième ronde des questions si vous le permettez. J'ai beaucoup d'autres questions à poser, mais j'aimerais laisser une chance aux autres.

Pour mettre en relief la cause de l'un de nos membres qui n'est pas ici aujourd'hui . . . Et je me demande s'il aimera ma façon de procéder, mais . . .

Une voix: Il ne l'aimera pas.

M. Gurbin: Probablement pas, vous avez raison.

[*Text*]

The question really is about the impact I got from your report. I had a chance to read some of it last night and look at some of the charts, and there was one specific detail there, the actual export or import of oil, about which we have had an ongoing discussion in the committee. I think there must have been ten different figures among us for what our net import of crude oil is; and it seems to me that I get two figures from looking at your report, to tell you the truth. I do not know if this is exactly right or not but is 300,000 the net imported amount of crude oil that we need?

Mr. Edge: You may be starting a long technical dialogue. This is why I particularly brought Mr. Scotchmer, the head of our Oil Policy Branch, with me.

Mr. Gurbin: I do not really want to get into that because I do not think it will serve our purpose very well.

Mr. Edge: There were various inferences to what was included in those numbers and I will ask Mr. Scotchmer to briefly reply.

Mr. Gurbin: This is just an aside. I really do not want to get into a ten-minute discussion of this point.

Mr. Scotchmer: I can give you the actual figures of imports of crude oil from January to June and the exports of crude oil from January to June of this year. We imported 436,000 barrels a day in the first half of the year, from January to June, and we exported 104,000 barrels a day.

Mr. Gurbin: That is crude oil. Is that including the exports of heavy oil that we make?

Mr. Scotchmer: That is, virtually, all heavy oil.

Mr. Gurbin: It is all heavy oil that we are exporting. Right.

Mr. Scotchmer: Now I should say that you can get all sorts of different figures because, in fact, we operate a number of crude oil exchanges, but I have excluded those from these figures.

Mr. Gurbin: But that is this year?

Mr. Scotchmer: Oh, yes.

Mr. Gurbin: So you are saying, if we double that, which we should do, that we are talking of over 600,000?

Mr. Scotchmer: These are thousands of barrels a day; it is a rate of export.

Mr. Gurbin: It is a rate of export per day: an average over six months. Okay.

Mr. Scotchmer: I just want to go on to this business of different figures.

Mr. Gurbin: Okay.

Mr. Scotchmer: You know, some people, when they talk about net imports of oil, include all oil. Some people add in ethane, they add in propane, they add in butane. But 302,000 barrels a day was the net import of crude oil in the first half of the year, excluding from that the exchanges we do.

[*Translation*]

La question se fonde en fait sur l'impression que j'ai retirée de votre rapport. J'ai eu le temps de le lire un peu hier soir et d'examiner certains des graphiques et je me suis arrêté à un détail particulier, c'est-à-dire l'exportation et l'importation de pétrole, sujet dont nous discutons constamment au sein du comité. Je pense que nous avons calculé 10 chiffres différents au sujet de ce qu'est notre importation nette de pétrole brut. Et il me semble que dans votre rapport, pour parler franchement, je trouve deux chiffres différents. J'ignore si c'est exact ou non, mais ce chiffre de 300,000 représente-t-il le montant net de pétrole importé dont nous avons besoin?

M. Edge: Vous commencez peut-être un long dialogue technique. C'est pourquoi j'ai amené M. Scotchmer, chef de notre direction de la politique du pétrole.

M. Gurbin: Je ne voulais pas vraiment entrer dans trop de détails, car cela ne servirait pas les fins de notre débat.

M. Edge: Il y a eu différentes allusions à ce qui était compris dans ces chiffres et c'est pourquoi je demanderais à M. Scotchmer de répondre brièvement.

M. Gurbin: Ce n'est qu'un à-côté. Je ne voudrais pas vraiment entamer une discussion de 10 minutes sur cette question.

M. Scotchmer: Je puis vous donner les chiffres exacts de nos importations de pétrole brut de janvier à juin et de nos exportations de pétrole brut de janvier à juin de cette année. Nous avons importé 436,000 barils par jour pendant le premier semestre, de janvier à juin et nous avons exporté 104,000 barils par jour.

M. Gurbin: Il s'agit de pétrole brut. Cela comprend-il les exportations d'huile lourde?

M. Scotchmer: Oui, cela comprend toutes les huiles lourdes.

M. Gurbin: C'est toujours de l'huile lourde que nous exportons. Très bien.

M. Scotchmer: Nous pourrions aboutir à toutes sortes de chiffres différents parce qu'en fait, nous pratiquons différents échanges de pétrole brut, mais je les ai exclus de ces chiffres.

M. Gurbin: Mais c'est pour cette année?

M. Scotchmer: Oui.

M. Gurbin: Nous disons donc, si nous doublons ce chiffre, comme il se doit, que nous parlons de 600,000.

M. Scotchmer: Il s'agit de milliers de barils par jour. C'est un rythme d'exportation.

M. Gurbin: Le rythme de nos exportations par jour. Une moyenne pour 6 mois. Très bien.

M. Scotchmer: Je voudrais ensuite revenir à cette question des chiffres différents.

M. Gurbin: C'est très bien.

M. Scotchmer: Vous savez, quand on parle des importations de pétrole, certaines personnes comprennent là-dedans tout le pétrole. Certains ajoutent les éthanes, les gaz propanes et même le butane. Mais 302,000 barils par jour c'est le chiffre de nos importations nettes de pétrole brut pour la première moitié de l'année, sans compter les échanges que nous pratiquons.

[*Texte*]

Mr. Gurbin: Now I just want to clarify that. You said 302,000; but: 436,000 minus 104,000—is that what you have?

Mr. Scotchmer: Yes.

The Chairman: Then it should be 332,000, should it not?

Mr. Scotchmer: Yes. I am sorry. It is 436,000 less 104,000; and the net import is 332,000.

Now, that is one way of looking at it. There is, however, some crude oil that is imported into the country and processed into products for the purpose of export but that is not oil that is imported for Canadian need; so if you are looking at it in terms of Canadian needs . . .

Mr. Gurbin: It is mostly on the east coast, eh?

Mr. Scotchmer: Yes.

Mr. Gurbin: And that is not included in this figure, is that it?

Mr. Scotchmer: The total import is in there. In actual fact, the net imports expressed in terms of crude oil, net imports for Canadian use, is less than the 332,000. I think we quote a 300,000 figure here; it is not allowing for oil that is imported in order to . . .

Mr. Gurbin: So you are saying that another 30,000 barrels a day . . .

Mr. Scotchmer: In round figures, it is 300,000.

Mr. Gurbin: . . . is being exported. So why not just add that to the export figures?

Mr. Scotchmer: But we are talking crude oil.

Mr. Gurbin: Oh, I see: Crude oil. Right . Now I get you.

Mr. Edge: I think you should stick with the broad number of 300,000. I try to keep it simple for the committee because once you get into these other things, you never get out of the rabbit warren.

• 1035

Mr. Gurbin: That is the first time I have understood that you are counting it differently once you refine it and send it out as not crude any more. That makes it much simpler. We are using 1800 per day? How much totally in Canada? I am trying to get a percentage figure.

The Chairman: Your one question is up.

An hon. member: It is 1.6, 1.8.

Mr. Scotchmer: I can give you a better figure than that if you just give me a moment. Table 2.1 on page 2-8 shows a crude oil and equivalent demand figure of 1.865 million barrels a day.

Mr. Gurbin: And as a percentage, you would calculate that to be about 20 per cent?

Mr. Scotchmer: It is about 17 per cent.

Mr. Gurbin: Seventeen per cent. Okay, now to my question.

[*Traduction*]

M. Gurbin: Je voudrais que ce soit bien clair. Vous avez dit 302,000. Mais 436,000 moins 104,000, est-ce bien le calcul que vous faites?

M. Scotchmer: Oui.

Le président: Alors, ce devrait être 332,000, n'est-ce pas?

M. Scotchmer: Oh oui, pardon. C'est 436,000 moins 104,-000 et l'importation nette, c'est 332,000.

Cela, c'est une façon d'envisager la question. Par ailleurs, il y a des pétroles bruts qui sont importés au pays pour être transformés en produits destinés à l'exportation, mais il ne s'agit pas de pétrole importé pour répondre aux besoins canadiens. Donc, si vous songez aux besoins canadiens . . .

M. Gurbin: Surtout dans l'Est, n'est-ce pas?

M. Scotchmer: Oui.

M. Gurbin: Et ce n'est pas inclus dans ce chiffre, n'est-ce pas?

M. Scotchmer: Ce chiffre, c'est le total des importations. En fait, les importations nettes exprimées en termes de pétrole brut, les importations nettes pour les besoins canadiens sont inférieurs à 332,000. Je crois que nous avons parlé d'un chiffre de 300,000. Cela ne comprend pas le pétrole qui est importé afin de . . .

M. Gurbin: Vous parlez donc ici de 30,000 barils de plus par jour . . .

M. Scotchmer: En chiffre rond, c'est 300,000.

M. Gurbin: . . . qui sont exportés. Dans ce cas, pourquoi ne pas ajouter cela aux chiffres des exportations?

M. Scotchmer: Mais nous parlons de pétrole brut.

M. Gurbin: Oh je vois, vous parlez de pétrole brut. Là, je comprends.

M. Edge: Je crois qu'on devrait s'en tenir au chiffre rond de 300,000. J'essaie de m'en tenir à des chiffres simples pour le comité parce que si l'on s'engage dans tous les autres dédales, on s'enferme vraiment dans un labyrinthe.

M. Gurbin: C'est la première fois que je comprends que la méthode de calcul est différente une fois que le pétrole est raffiné et exporté. Ce n'est plus du brut. Cela devient plus simple. Nous utilisons 1,800 par jour. Quel est le total pour le Canada? J'essaie de trouver un pourcentage.

Le président: Vous avez posé votre question.

Une voix: C'est 1.6; 1.8.

M. Scotchmer: Je pourrais vous donner un chiffre bien plus précis, si vous me permettez un instant. Le tableau 2.1, à la page 2-8 montre, pour la demande, un chiffre équivalent de pétrole brut de 1.865 million de barils par jour.

M. Gurbin: Et en termes de pourcentage, ce serait à peu près 20 p. 100?

M. Scotchmer: Environ 17 p. 100.

M. Gurbin: Bon, 17 p. 100, Maintenant, ma question.

[*Text*]

The Chairman: Mr. Gurbin, your one question has developed into five so far. You may wish to wait on the second round. Mr. MacBain has been waiting patiently.

Mr. MacBain: Go ahead, if he is only going to have one more question, not another five.

The Chairman: You have used half your second round almost.

Mr. MacBain: This will be instead of his second round.

The Chairman: It is an important point. If you want to clear it up right away, it is fine.

Mr. MacBain: Clear it up now. Go ahead.

Mr. Gurbin: The question becomes whether or not it is a self-fulfilling prophecy when you come forward on the supply side, talking as we do. The impact of this, as I started to say, was one of hydrocarbon emphasis and hydrocarbon outlook and a projection of the rate of growth that you have got, talking about renewables and the total percentage of renewables that might contribute to our energy scenario. As the National Energy Board, I think you have a tremendous impact on the way people look at things, and I wonder whether or not your attitude and your ideas about where we are going and how we are doing in fact are responding to what is really happening.

Mr. Edge: I think you may credit us with more influence than we really have. There are several observations. First of all, the main energy policy is obviously the government's role and I think what they are trying to do in upgrading heavy crude oil is a very desirable shift in our hydrocarbon balance. I think what they are doing with heavy fuel oil in encouraging refineries to upgrade that will improve our balance. In addition, I think we do take a hard look at other forms of alternate energy systems, but we also have to temper them with what we understand to be the pragmatic reality of bringing them into existence. Quite often, people before us will wish something to be happening, and it may be desirable; but until you put the means toward actually bring it into effect, mobilizing the research, getting it produced on a larger scale, until those things have a reasonable chance of occurring we would not give heavy weight to the reality of a large estimate for it to be in effect.

Mr. Gurbin: So it is chicken and egg, in other words. You said upgrading—And I really promise to stop right after this, Mr. Chairman.

The Chairman: You still have five minutes if you are using up your second round.

Mr. Gurbin: How much of our supply deficiency can we upgrade to bring ourselves into a position of supply through upgrading? How many of those thousands?

An hon. Member: I will ask Mr. Vollman to respond on that. I take it you are talking about both heavy fuel oil and heavy crude oil.

[*Translation*]

Le président: Monsieur Gurbin, votre question s'est subdivisée jusqu'ici en cinq questions. Peut-être pourriez-vous attendre la deuxième ronde. M. MacBain attend patiemment.

M. MacBain: Allez, continuez. S'il s'agit d'une seule autre question et non de cinq.

Le président: Vous avez presque entièrement utilisé votre deuxième ronde.

M. MacBain: Ce serait à la place de sa deuxième ronde.

Le président: C'est un point important. Si vous voulez tirer la chose au clair maintenant, c'est très bien.

M. MacBain: Oui, faites-le maintenant.

M. Gurbin: Il s'agit au fond de savoir si nous jouons ou non au prophète qui remplit ses propres prophéties, quand on traite, comme nous le faisons, des approvisionnements. L'impact de cela, comme j'avais commencé à le dire, c'est l'utilisation des hydrocarbures, les projections fondées sur l'utilisation des hydrocarbures et sur le taux de croissance, tenant compte des ressources renouvelables et du pourcentage total des ressources renouvelables pouvant contribuer à notre scénario énergétique. Je pense que vous, de l'Office national de l'énergie, exercez une énorme influence sur la façon dont les gens envisagent les choses et je me demande si par votre attitude et par vos idées quant à notre orientation et aux résultats obtenus, vous analysez vraiment avec exactitude ce qui se passe dans la réalité.

M. Edge: Je pense que vous nous prêtez beaucoup plus d'influence que nous n'en avons réellement. J'aurais pusieurs observations à faire. Tout d'abord, il appartient au gouvernement, de toute évidence, de définir les grandes politiques énergétiques et je crois que ce qui s'est fait en matière de raffinage du pétrole brut donne d'excellents résultats pour ce qui est de notre balance commerciale des hydrocarbures. Je crois que le gouvernement, en encourageant le raffinement du pétrole brut améliorera notre balance commerciale. En outre, nous examinons avec beaucoup d'attention d'autres formes d'énergie de remplacement, mais nous devons tempérer notre action par ce que nous considérons comme des réalités pragmatiques qu'il s'agit de créer de toute pièce. Bien souvent, nos témoins souhaitent des choses qui semblent désirables, mais tant qu'on n'a pas les moyens de les réaliser vraiment, de mobiliser la recherche, d'assurer une production sur une grande échelle, tant que ces choses n'ont pas une chance raisonnable de se produire, nous n'en tenons pas compte dans nos estimations et dans nos prévisions.

M. Gurbin: C'est donc l'histoire de la poule et de l'œuf. Vous avez parlé de raffinage, et je promets vraiment d'arrêter après cette question, monsieur le président.

Le président: Il vous reste cinq minutes, si vous utilisez votre temps prévu à la deuxième ronde.

M. Gurbin: Sur ce qui manque à nos approvisionnements, combien pouvons-nous en raffiner pour répondre à tous nos besoins d'approvisionnement? Combien, sur ces milliers?

Une voix: Je demande à M. Vollman de répondre à cette question. J'imagine que vous parlez aussi bien de combustibles lourds que de pétrole lourd.

[*Texte*]

Mr. Gurbin: I think we probably have to leave the tar sands out of that discussion.

• 1040

Mr. Edge: I am referring to the heavy crude oil in Saskatchewan and Alberta, the Lloydminster.

Mr. Gurbin: We are leaving that out of the discussion?

Mr. Edge: If you choose to do so, yes.

Mr. Gurbin: Yes.

Mr. Edge: So it is the heavy fuel oil. The government has already announced, I think, four refineries which would upgrade heavy fuel oil, and I think in total they were designed to save 125,000 barrels a day. This was announced in the May speech of the energy minister.

Mr. Gurbin: So that is over one-third of our net requirement.

Mr. Edge: Of the net; yes.

Mr. Gurbin: Is there any more stretch in there? Is there any more room to use up more of that or do we create other problems?

Mr. Edge: Let me ask either Mr. Scotchmer or Mr. Vollman to respond.

Mr. Scotchmer: I thought you said save. It will not save. We already have the heavy fuel oil. We are exporting some of it because there is no market for it in Canada. The perception that the government is trying to give effect to is to replace some of the heavy fuel oil that is presently consumed, or maybe exported because it is surplus to the Canadian amount, and convert it into other product.

Mr. Gurbin: Yes, that is my impression.

Mr. Scotchmer: So we are not really saving. We already have the oil.

Mr. Gurbin: What we are doing is saving on imported crude because we do not need those light or refined products if we can upgrade the heavier products that we have now.

Mr. Scotchmer: We are exporting a number of products, various kinds of oil, that we cannot find a use for in its existing form. The intent is to use gas in order to produce more unusable product, because it is being displaced by gas, and then to convert that and other presently exported or unused or surplus product into products which we do use, with an indirect effect of saving imports.

Mr. Gurbin: Right. So how much more can we do than 125,000 barrels per day?

Mr. Scotchmer: Theoretically, you can do it to the extent that you convert all your heavy fuel oil into light products, but you will still presumably have some demand for heavy fuel oil that will have to be met. But of course it costs money.

Mr. Gurbin: Is that a cost-effective procedure? I am sure that to a point it must be; then you start talking about the

[*Traduction*]

M. Gurbin: J'imagine qu'il faut oublier les sables bitumineux dans cette discussion.

M. Edge: Je parlais des pétroles lourds de la Saskatchewan et de l'Alberta, le Lloydminster.

M. Gurbin: Notre discussion n'en tient pas compte?

M. Edge: Si c'est votre désir, oui.

M. Gurbin: Oui.

M. Edge: Il s'agit donc d'huile combustible lourde. Le gouvernement a déjà annoncé la création de quatre raffineries d'huile combustible lourde et je crois qu'elles devaient économiser au total 125,000 barils par jour. Cela a été annoncé dans le discours de mai du ministre de l'Énergie.

M. Gurbin: C'est donc plus du tiers de notre besoin net.

M. Edge: Du besoin net, oui.

M. Gurbin: Y a-t-il encore une marge? Est-il possible d'en utiliser davantage ou créons-nous d'autres problèmes?

M. Edge: Permettez-moi de demander à M. Scotchmer ou à M. Vollman de répondre.

M. Scotchmer: Je croyais que vous aviez parlé d'économiser. Cela n'économisera rien. Nous avons déjà l'huile combustible lourde. Nous en exportons une partie parce qu'il n'y a pas de marché pour ce produit au Canada. Ce que vise le gouvernement, c'est de remplacer une partie de l'huile combustible lourde présentement consommée ou peut-être exportée parce qu'elle est excédentaire aux besoins canadiens, pour la transformer en d'autres produits.

M. Gurbin: Oui, c'était mon impression.

M. Scotchmer: Nous économisons donc en un sens, parce que nous avons déjà ces pétroles.

M. Gurbin: Ce que nous faisons, c'est que nous économisons sur les bruts importés parce que nous n'avons pas besoin de ces produits légers ou raffinés, si nous pouvons raffiner les produits lourds que nous avons déjà.

M. Scotchmer: Nous exportons différents produits, différentes sortes d'huiles pour lesquelles nous ne pouvons trouver un marché sous leur forme actuelle. Ce que nous voulons faire, c'est d'utiliser le gaz afin de produire davantage de produits que nous n'utilisons pas, parce qu'ils sont remplacés par le gaz, et ensuite les transformer ainsi que les autres produits présentement exportés ou inutilisés, et les transformer en produits que nous utilisons, ce qui aura un effet indirect sur les importations.

M. Gurbin: Je comprends. Peut-on en faire beaucoup plus que 125,000 barils par jour?

M. Scotchmer: En théorie, c'est possible, car on pourrait transformer toute l'huile combustible lourde en produits légers, mais il restera probablement une demande d'huile combustible lourde à satisfaire. Et cela évidemment coûte de l'argent.

M. Gurbin: Est-ce rentable? Ce doit l'être, jusqu'à un certain point. Et alors, on commence à parler de conversion à

[*Text*]

conversions at the other end as well. Is it your attitude that it would be advisable for us to look at that as a supply option for solving our problem?

Mr. Edge: It is a move in the right direction, without doubt. You will appreciate that these are basically private sector decisions on refineries, and in general they are costly and not entirely welcome from a narrowly based economic viewpoint. They are, of course, extremely valuable from a security of supply, Middle East disturbance viewpoint for Canada as a whole. That is why some encouragement has had to be provided to get this sort of change occurring.

I do not know if that responds adequately or not.

Mr. Gurbin: That is maybe all you can say. I was not trying to be particularly acute in my questioning. I just wanted to know if you feel that by doing that we could solve our total supply problem and maybe we could all go home.

Mr. Edge: I do not think solutions come quite that easily.

Mr. Gurbin: I should pass. I will come in if nobody else has a question at the end.

The Chairman: Mr. MacBain, please.

Mr. MacBain: Thank you, Mr. Chairman.

Mr. Edge, I want to go over the roles of the National Energy Board, its regulatory role first and then its advisory role. In its regulatory role, I take it that the government gives it certain rules and regulations in certain areas of the industry that it will be regulating, such as exports, and then the job of the board is to regulate that. What are the rights of the government? Does it retain for itself a right to overrule the board on its regulatory role?

Mr. Edge: The board operates mainly under the National Energy Board Act, which came out of the Borden Commission in 1959. It has three main roles of a regulatory nature. One is to certificate pipelines for interprovincial international trade and international power lines. On those hearings, such as the ones we have just concluded from Norman Wells, the board makes recommendations if it wishes the pipeline to be certificated and the Cabinet can accept or reject that recommendation. If the board denies it, the project is dead, from a regulatory point of view, but the government, if it so wishes, can legislate it.

• 1045

Under Part VI of the act, we license exports of natural gas, oil and products, and electricity. Again, after a public hearing the board makes recommendations to the government if it is in favour of the exports, with whatever conditions the board may attach. The Cabinet, again, can either accept or reject the board's recommendation but cannot vary it.

[*Translation*]

l'autre bout. Pensez-vous qu'il serait logique de commencer à examiner cet aspect de la question comme option d'approvisionnement pour résoudre notre problème?

M. Edge: C'est un pas dans la bonne voie, sans doute. On comprendra que ce sont au fond des décisions du secteur privé et que de façon générale ces raffineries coûtent cher et que d'un strict point de vue économique elles ne sont peut-être pas entièrement défendables. Mais elles sont extrêmement précieuses si l'on pense à la sécurité de l'approvisionnement, à la situation inquiétante du Moyen-Orient pour le Canada dans son ensemble. C'est pourquoi il fallait fournir un certain encouragement pour faire réaliser ce changement.

Je ne sais pas si j'ai répondu convenablement à votre question.

M. Gurbin: C'est peut-être tout ce que l'on peut dire pour l'instant. Je n'ai pas essayé de poser des questions trop précises. Je voulais seulement savoir si, selon vous, en procédant de cette façon on peut résoudre notre problème d'approvisionnement et peut-être mettre fin à nos discussions.

M. Edge: Les solutions ne sont pas aussi faciles.

M. Gurbin: Je dois maintenant céder mon tour. Je reviendrai, à la fin, si personne d'autre n'a de questions à poser.

Le président: Monsieur MacBain, s'il vous plaît.

M. MacBain: Merci, monsieur le président.

Monsieur Edge, je voudrais revenir sur le double rôle de l'Office national de l'énergie, son rôle de réglementation, d'abord, puis son rôle de consultation. Pour ce qui est de la réglementation, j'imagine que le gouvernement lui fixe certaines règles dans certains domaines de l'industrie auxquels il veut imposer une réglementation, comme par exemple les exportations, puis c'est à l'Office qu'il revient d'imposer la réglementation. Quels sont les droits du gouvernement? Se garde-t-il le droit de renverser une décision de l'Office dans son rôle de réglementation?

M. Edge: L'Office fonctionne en vertu de la Loi sur l'Office national de l'énergie, adoptée à la suite des travaux de la Commission Borden en 1959. Il a trois rôles principaux en matière de réglementation. Premièrement, il doit accréditer les pipe-lines destinés au commerce interprovincial ou international et les lignes de transmission internationales. L'Office tient des audiences comme celles que nous venons de terminer au sujet des puits Norman, puis présente des recommandations s'il désire que le pipe-line soit accrédité, et ensuite le Cabinet peut accepter ou rejeter cette recommandation. Si l'Office refuse, le projet est mort-né, du point de vue de la réglementation, mais le gouvernement, s'il le désire, peut adopter une loi.

En vertu de la partie VI de la loi, nous accordons des licences d'exportation de gaz naturel, de pétrole, de produits pétroliers et d'électricité. Là encore, après audiences publiques, l'Office présente des recommandations au gouvernement s'il est favorable aux exportations dans certaines conditions que l'Office peut juger nécessaires. Là encore, le Cabinet peut accepter ou rejeter la recommandation de l'Office, mais ne peut la modifier.

[*Texte*]

Mr. MacBain: Cannot?

Mr. Edge: It cannot vary the board's recommendation. If the board denies the application, the governement, of course, can legislate its own solution.

We saw a brief example of this in the original Alaska Highway project. The board recommended that the pipeline be routed through Dawson, to be closer to the delta gas, and in subsequent negotiations with the United States, the United States' government persuaded the Canadian government to keep the pipeline going through the original route to Whitehorse, with the Americans being willing to pay the additional tariffs from Dawson to Whitehorse. So the government legislated that solution to that problem.

On the third area, the rates, tolls and tariffs on pipelines, the board's powers are complete. They do not go to Cabinet, there is no Cabinet review. The board's decisions are final, except that they can be tested in the courts on points of law, natural justice, jurisdiction, but not on points of fact.

The board also, under its regulatory role, administers parts of the Petroleum Administration Act on oil and gas pricing, and we have some major roles under the Northern Pipeline Act in the safety of the pipeline and also on the financing and the tariffs of the northern pipeline.

Mr. Portelance: Al, would you allow me just a short supplementary?

Mr. MacBain: Okay.

The Chairman: Mr. Portelance, a supplementary.

Mr. Portelance: You said that you certified pipelines, what about electric power? Is this under your jurisdiction, to see that electricity could also be transmitted from one province to the other?

Mr. Edge: At the present time, we license exports of electricity from Canada and we certificate international power lines. But electricity is generally a provincial function and the provinces, so far, tend to arrange it that the international power lines are very short lengths of system from the province. So we do not deal, at the moment, in terms of the power lines themselves, the interprovincial movement of electricity. We do have the power, under the NEB act, to appropriate rights of way for pipelines, which means that we do regulate and certificate the construction of interprovincial, international pipelines. We do not have similar powers, at this time, in respect of international power lines in terms of the expropriation for the right of way, although I believe, in the correspondence between Mr. Trudeau and Premier Peckford, it has been indicated that those powers probably exist in the British North America Act but have not yet been translated into the National Energy Board Act.

[*Traduction*]

M. MacBain: Ne peut?

M. Edge: Il ne peut modifier la recommandation de l'Office. Si l'office refuse la demande, le gouvernement peut bien sûr adopter une loi pour imposer sa propre solution.

Nous avons vu un exemple de l'application de cette méthode lors du projet initial de la route de l'Alaska. L'Office avait recommandé que le pipe-line passe par Dawson pour être plus près du gaz du delta, mais au cours de négociations subséquentes avec les États-Unis, le gouvernement américain a persuadé le gouvernement canadien de construire le pipe-line le long du tracé initial vers Whitehorse, les Américains étant disposés à payer les frais supplémentaires entre Dawson et Whitehorse. Le gouvernement a alors adopté une loi pour résoudre ce problème.

Dans le troisième domaine, les taux, péages et tarifs des pipe-lines, l'Office détient des pouvoirs complets. Il ne présente pas de recommandation au Cabinet et il n'y a aucune révision faite par le Cabinet. Les décisions de l'Office sont finales, mais elles peuvent faire l'objet d'appels devant les tribunaux sur des points de droit, de justice naturelle, de juridiction, mais non sur des points de faits.

Dans son rôle de réglementation, l'Office administre également certaines parties de la Loi sur l'administration du pétrole concernant les prix du pétrole et du gaz et nous jouons aussi des rôles importants en vertu de la Loi sur le pipe-line du Nord pour ce qui a trait à la sécurité du pipe-line ainsi qu'au financement et aux tarifs du pipe-line du Nord.

M. Portelance: Al, me permettriez-vous de poser une brève question supplémentaire?

M. MacBain: Oui, très bien.

Le président: Monsieur Portelance, une question supplémentaire.

M. Portelance: Vous avez dit que vous autorisiez l'exploitation de pipe-lines. Qu'en est-il de l'électricité? Est-ce qu'il vous appartient de voir à ce que l'électricité puisse être transmise d'une province à une autre?

M. Edge: A l'heure actuelle, nous émettons des permis d'exportation d'électricité et nous accréditons des lignes de transmission internationales. Mais l'électricité appartient de façon générale aux provinces qui jusqu'ici, ont pris les dispositions nécessaires pour voir à ce que les lignes de transmission internationales ne constituent que de très petits maillons du réseau de la province. Ce qui signifie que pour l'instant, nous ne nous occupons pas des lignes de transmission ou du transport interprovincial de l'électricité. En vertu de notre loi, nous avons le pouvoir d'octroyer des droits de passage pour les pipe-lines, ce qui signifie que nous réglementons et accréditons la construction de pipe-lines interprovinciaux et internationaux. Nous avons des pouvoirs semblables en ce qui a trait aux lignes internationales de transmission pour ce qui est de l'expropriation et du droit de passage, mais dans la correspondance échangée entre M. Trudeau et le premier ministre Peckford, il a été dit que ces pouvoirs existent probablement aux termes de l'Acte de l'Amérique du Nord britannique, mais n'ont pas été inclus dans la Loi sur l'Office national de l'énergie.

[*Text*]

Mr. Portelance: They do have powers like this in the United States to go from one state to the other?

Mr. Edge: Yes.

Mr. Portelance: Would you think you should have similar power in Canada?

Mr. Edge: Yes, under appropriate terms and conditions.

Mr. Portelance: Thank you.

The Chairman: Mr. MacBain.

Mr. MacBain: Thank you, Mr. Chairman. Mr. Edge, you told us that you had two roles and you explained the regulatory one; the advisory role is something like that of the Senate of the United States, they say that their job is to advise and consent. Is that more or less a definition of the advisory role of the National Energy Board in energy?

Mr. Edge: Let me just explain the background of it. When the board was first set up up, in 1959, there was no Department of Energy, Mines and Ressources and the board did, before my time, have a very major advisory role. The Department of Energy, Mines and Resources was established, I believe, in about 1967, and was specifically set up to provide the government with an energy policy co-ordinating role. The board's policy advice has tended to decline progressively since that time, which is very natural.

• 1050

The board has continued to have, however, an advisory role related to its main areas of activity. For example, the present energy demand—supply public hearing that is going on now, which is very close to the board's role on surplus and demand—supply which is required for export applications, will obviously be beneficial both to the government and to the public in general.

We also have played a role, not in policy advice, but in offering pragmatic advice in the implementation of certain policies. For example, we assisted in the drafting of the Northern Pipeline Act and things of that nature. But you cannot call those things policy advice per se; that main role is exercised by Energy, Mines and Resources.

Mr. MacBain: Thank you. For example, in relation to the Come By Chance refinery, you do not have any part to play in advising the government whether or not to move quickly, or otherwise in putting to use that refinery, which is sitting there in mothballs? I take it that that is not one of your roles in any way.

Mr. Edge: No, but I will just ask Mr. Scotchmer if he confirms my view on that.

Mr. Scotchmer: The board has given advice, as it happens, in relation to the possible future use of that refinery.

[*Translation*]

M. Portelance: Aux États-Unis, est-ce qu'ils ont des pouvoirs de cette nature leur permettant d'aller d'un État à l'autre?

M. Edge: Oui.

M. Portelance: Pensez-vous que nous devrions avoir le même pouvoir au Canada?

M. Edge: Oui, selon certaines conditions appropriées.

M. Portelance: Merci.

Le président: Monsieur MacBain.

M. MacBain: Merci, monsieur le président. Monsieur Edge, vous nous avez dit que vous aviez deux rôles et vous nous avez expliqué votre rôle de réglementation. Votre rôle de consultation est-il semblable à celui du Sénat des États-Unis où l'on dit que leur fonction est de conseiller et de consentir. Est-ce là plus ou moins la définition du rôle consultatif de l'Office national de l'énergie en matière d'énergie?

M. Edge: Laissez-moi expliquer un peu l'historique de cette affaire. Quand l'Office a été créé en 1959, il n'y avait pas de ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources et avant mon entrée en fonction, l'Office exerçait un rôle consultatif très important. Le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources a été créé, sauf erreur, vers 1967 et il a pour fonction précise d'exercer un rôle de coordination des politiques énergétiques au nom du gouvernement. Il s'ensuit que le rôle consultatif de l'Office en matière de politique a eu tendance à décliner progressivement depuis cette époque, ce qui est très naturel.

L'Office a continué à exercer un rôle de consultation en ce qui a trait à ces grands domaines d'activité. Par exemple, les audiences publiques qui sont présentement en cours au sujet de l'offre et de la demande d'énergie, ce qui est directement rattaché au rôle de l'Office en matière d'excédent, d'offre et de demande qui est nécessaire pour les demandes d'exportation, seront de toute évidence très précieuses tant pour le gouvernement que pour le public en général.

Nous avons aussi exercé un certain rôle non à titre de conseiller politique mais en offrant des conseils pratiques pour la mise en œuvre de certaines politiques. Par exemple, nous avons contribué à la rédaction de la Loi sur le pipe-line du Nord et à d'autres choses de cette nature. Mais on ne peut pas dire qu'il s'agisse de politique en soi, ce rôle principal étant maintenant exercé par le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources.

M. MacBain: Merci. Par exemple, en ce qui a trait à la raffinerie de Come by Come by Chance, vous n'avez rien à faire pour conseiller au gouvernement de passer rapidement ou non à l'action ou de trouver un autre moyen d'utiliser cette raffinerie qui ne sert présentement à rien. J'imagine que ce n'est pas là l'un de vos rôles de toute façon.

M. Edge: Non, mais je vais quand même demander à M. Scotchmer s'il confirme mon opinion à ce sujet.

M. Scotchmer: Il arrive que l'Office a eu à donner un avis pour ce qui a trait à l'utilisation possible de cette raffinerie.

[*Texte*]

Mr. MacBain: Is there anyting new happening there? I know there was some thought that Petro-Canada would take it over. Do you know if there is anything new there, anything that is public knowledge which you could tell us but which we may not have gained knowledge of?

Mr. Edge: I could say that, I read Jeff Carruthers in the paper this morning . . .

Mr. MacBain: No, other than that.

Mr. Edge: I am not posted on that, I have no observations.

Mr. MacBain: All right. We have a national energy program which—probably everyone will say I am prejudiced—taking it as a kind of baseline report, think is excellent. But, I see lots of room for improvement in it. I do not know whether you had a watching brief when we had the Minister of Energy, Mines and Resources in front of this committee last week, I think it was?

Mr. Edge: No.

Mr. MacBain: For example, one area in which I think it is weak is that no structures or agencies are set out, particularly in renewable energies and new technologies, to carry these from the lab or demonstration stage to the commercialization stage. There is an absence of that, pretty well, except in certain . . . there is Enertech, Enertech has been set up. It may help to some extent, but there is no specific agency that bears a commitment to the commercialization of gas from coal, just as an example, or of the fluidized-bed combustion of coal. There is no agency, whether public or private, or quasi public and private, set up to do that. It seems to me that that is a weakness in the national energy program. Does the board have any responsibility for making recommendations, in its advisory role, to improve the national energy program in that and other ways, if it wants to?

Mr. Edge: Not directly, but probably indirectly. For example, we are looking, in the supply-demand inquiry, at alternative energy sources. Let me just give you an example. Probably in normal conditions, with no supply disruption, you would not look as seriously at, say, natural gas to methanol, at the Mobil synthetic gasoline project. But if we were in a major supply disruption from the Middle East over an extended period of time, that might, for example, be one of the useful things to have, even though the gasoline would cost us more than gasoline costs today—but not by such a significant amount that it would not be very desirable. I am not sure, at the moment, who would promote such a project. I have not heard that they would appeal to the majors, although I have heard of some other companies that may be interested in it. The board may have comments on that sort of issue in its supply-demand report, but it is a little too early at the moment to say just what we would say.

[*Traduction*]

M. MacBain: Y a-t-il du nouveau? Il a déjà été suggéré que Petro-Canada s'en porte acquéreur. Savez-vous s'il y a du nouveau à ce sujet, des nouvelles qui seraient du domaine public, que vous pourriez nous dire mais dont par hasard nous n'aurions pas encore eu connaissance?

M. Edge: Je pourrais vous dire que j'ai lu l'article de Jeff Carruthers dans le journal de ce matin . . .

M. MacBain: Non, je pense à autre chose.

M. Edge: Non, je ne suis au courant de rien, je n'ai rien à ajouter.

M. MacBain: Très bien. Nous avons un programme national de l'énergie qui, selon moi—on va dire que j'ai des préjugés favorables—si on le considère comme un rapport de base, est excellent. Mais je vois beaucoup d'améliorations à y apporter. J'ignore si vous avez été mis au courant du témoignage du ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources devant notre comité, je pense que c'était la semaine dernière.

M. Edge: Non.

M. MacBain: Par exemple, un domaine où il est faible, c'est que dans le domaine des énergies renouvelables et des technologies nouvelles, il n'existe aucune structure ni aucun organisme chargé d'assurer le passage entre le stade du laboratoire ou de la démonstration et celui de la commercialisation. Il y a là une pénurie assez évidente, sauf dans certains . . . Il y a Enertech, bien sûr Enertech a été créé. Cela peut aider dans une certaine mesure, mais il n'y a pas d'organisme particulier qui ait pour mandat précis la commercialisation du gaz produit à partir du charbon, pour donner un exemple, ou de la combustion en lit fluidisé du charbon. Il n'y a aucun organisme public ou privé, ou semi-public ou semi-privé qui ait ce mandat. Cela me paraît être une faiblesse du programme énergétique national. L'Office a-t-il la responsabilité, dans le cadre de son rôle de consultation, de faire des recommandations visant à améliorer le programme national, s'il le juge à propos?

M. Edge: Non, pas directement, mais probablement indirectement. Par exemple, dans le cadre de l'enquête sur l'offre et la demande, nous examinons les sources d'énergie de remplacement. Permettez-moi de vous donner un exemple. Dans des conditions normales, s'il n'y a aucune suppression des approvisionnements, on n'examinerait pas sérieusement, par exemple, la transformation du gaz naturel en méthane ou le projet d'essence synthétique de Mobil. Mais si notre principal source d'approvisionnement du Moyen-Orient venait à se tarir pour une assez longue période, ce serait sûrement l'une des solutions à envisager, même si l'essence devait coûter plus cher qu'aujourd'hui. D'ailleurs, la différence ne serait pas assez considérable pour faire rejeter la solution. En ce moment, je me demande bien qui voudrait promouvoir un tel projet. Autant que je sache, ce ne serait pas les grandes compagnies, mais on m'a dit que certaines autres sociétés pourraient s'y intéresser. L'Office pourrait se prononcer à ce sujet dans son rapport sur l'offre et la demande, mais il est encore un peu trop tôt pour annoncer ici ce que nous dirons.

[*Text*]

• 1055

Mr. MacBain: The Beaufort Sea is mentioned in your report. I have privately been interested in something that is developing which will seriously affect the Beaufort Sea. I am just asking you the question but if the answer is in the negative, I think you should at least consider it. The Beaufort Sea oil and gas may be seriously affected by certain considerations that are taking place and have been taking place for a year or two. Are you familiar with the COPE committee for the original peoples entitlement?

Mr. Edge: They appeared before us in the Mackenzie Valley hearings, yes.

Mr. MacBain: Well, there are certain implications that are going to arise from the settlement of those entitlements, and that is not to say that the settlements should not take place, but they are going to have significant effect on the Beaufort Sea oil and natural gas movement and on the energy security of Canada. I hope that the National Energy Board in its advisory role would surely accept a watching brief on what is happening, has been happening over the last couple of years and what is likely to happen in the next year. I appreciate that it is something you can do from now on.

We were up in Hay River on one of our trips. There is a small hydro site up there which they are very anxious to have developed, and while we did not have a chance to go into it technically, being from one of the areas of Canada where we make a lot of hydro electricity, I would like you to just keep that in mind if you are looking for small-scale hydro development in an area where electricity costs are extremely high and will probably get worse. If there is any way in your advisory role that you can promote that Hay River development, which apparently the Government of Canada has promised for many years, it would be a good idea.

The only other thing that bothers me is in the advertising that is taking place and in the remarks that are being made by, say, the government and by officials, and probably even by the National Energy Board when you have an opportunity to speak, we say in advertising or in front of a crowd that Canada has no shortage of energy, or words to that effect.

Mr. Edge: I did not say that today.

Mr. MacBain: No, probably not, but I think I can show it to you in any number of documents by any number of important people, and I would be surprised if I could not find that you said it.

Mr. Edge: I doubt it.

Mr. MacBain: Is there not a danger when we say that? I know what they are saying, they are saying that when you see all the potential nuclear power we have, all of the heavy oil we have, the tar sands, renewable energy, that actually we can produce the amount of energy. Then they say that the shortage is really in liquid power fuel.

[*Translation*]

M. MacBain: Votre rapport fait mention de la mer de Beaufort. Je suis personnellement au courant de certaines choses qui pourraient entraver sérieusement la réalisation des projets de la mer de Beaufort. Je vais seulement vous poser une question, mais si la réponse est négative, je pense que vous devriez au moins étudier l'affaire. L'exploitation des gisements de pétrole et de gaz de la mer de Beaufort pourrait être gravement entravée par certaines choses qui se passent maintenant et qui remontent à une année ou deux. Êtes-vous au courant du comité COPE, le comité pour les droits des autochtones?

M. Edge: Ce comité a témoigné devant nous lors des audiences de la vallée du Mackenzie.

M. MacBain: Le règlement de ces droits, et je ne dis pas que ce règlement ne devrait pas avoir lieu, entraînera des conséquences importantes pour le transport du pétrole et du gaz naturel de la mer de Beaufort et pour la sécurité énergétique du Canada. J'espère que l'Office national de l'énergie, dans le cadre de son rôle de consultation, acceptera d'être mis au courant de ce qui se passe depuis deux ou trois années et de ce qui pourrait se produire d'ici un an. J'imagine que c'est une chose que vous pouvez faire à l'avenir.

Au cours de l'un de nos voyages, nous avons remonté la rivière Hay. Il y a là un petit emplacement où l'on peut construire un barrage et que l'on tient beaucoup à faire aménager. Même si nous n'avons pas eu le temps d'étudier l'affaire sur le plan technique, venant d'une région du Canada où l'on produit beaucoup d'électricité hydraulique, j'aimerais vous demander de ne pas oublier cet emplacement si l'on recherche des petits aménagements hydro-électriques pour une région où les coûts de l'électricité sont extrêmement élevés et augmenteront probablement encore. Si, dans votre rôle consultatif, vous pouvez favoriser l'aménagement de cette rivière Hay, que le gouvernement du Canada promet semble-t-il depuis de nombreuses années, ce serait une bonne idée.

L'autre chose qui m'agace, c'est la publicité qui se fait et les observations du gouvernement et des fonctionnaires, et probablement même de l'Office national de l'énergie, quand on leur donne la chance de parler. On dit, dans la publicité ou devant des foules que le Canada n'a aucune pénurie d'énergie ou des choses du genre.

M. Edge: Je n'ai pas dit cela aujourd'hui.

M. MacBain: Non, probablement pas, mais je pourrais vous montrer de nonbreux documents concernant des déclarations faites par de nombreuses personnes importantes et je serais même surpris si je ne pouvais pas découvrir que vous l'avez dit.

M. Edge: J'en doute.

M. MacBain: N'y a-t-il pas un danger à dire cela? Je sais que ce qu'ils veulent dire, c'est qu'avec tout notre potentiel d'énergie nucléaire, tout notre pétrole brut, nos sables bitumineux, notre énergie renouvelable, nous pouvons produire un certain montant d'énergie. Ensuite, ils nous disent que la pénurie existe vraiment dans les combustibles énergétiques liquides.

[*Texte*]

I do not necessarily want to say that I do not agree with that, but I find it difficult because there is no explanation as to costs, environmental impact and the time lag, which are the three things that come to mind. No one takes the time to explain in particular those three things, and more that you can consider. Yet the over-all effect of this is that it seems to be a soother, you know.

Mr. Edge: I have said in my brief today, and I stick by those views, that we do have a serious problem in importing OPEC crude, and it is going to get worse over the next few years. That is said quite clearly. I have also said quite clearly that we need to be getting on with ultimate energy sources because this will reduce the pace of exhaustion of our present non-renewables. That has clearly come out in my brief, and that is clearly my view.

Mr. MacBain: Thank you, Mr. Chairman.

The Chairman: Mr. Edge, if I could ask a question before going to Mr. Clay. On page 2-9 you say that no frontier gas or non-conventional sources are included in this supply/demand balance, which you show on page 2-11. I just wanted to clear up one thing in my own mind, does that mean that by 1997 . . . where you show there could be a deficiency, without taking into account the frontier of 161 petajoules, does this mean that the agreements we have for export right now would all be up for renewal before that date in the event that we still have not put those sources of supply on line in Canada, that this shortfall or a deficiency, as you mentioned here, would not exist by cutting back on our exports? Are we locked in for over eight years, or do all of them come up for renewal before 1997 where you show a deficiency. I am referring to page 2-11, natural gas supply and demand balance.

• 1100

Mr. Edge: I think under the column on export licences you will see that those licences begin to decrease from 1982 onwards, and decrease very rapidly from 1987 onwards. The board and the government were never committed to renew those export licences.

The Chairman: So there is no gentlemen's agreement that automatically they would be renewed if there is an emergency situation. You see, there is also the internationa agreement. I think Canada belongs to a 17-country IEA.

Mr. Edge: But that does not affect, as I understand it, natural gas. It affects oil.

The Chairman: Just oil.

Mr. Edge: I am sure that is correct, yes.

The Chairman: And there is no other agreement between Canada and the U.S. for natural gas in a similar fashion. In an emergency situation they would say, look, we still need it.

Mr. Edge: There is no obligation for the renewal of those licences at all, with one small exception. We have some small cross-border accommodations, a very small amount, and I am

[*Traduction*]

Je ne veux pas nécessairement dire que je ne suis pas d'accord, mais je trouve cela difficile parce qu'on n'explique rien en ce qui a trait aux coûts, à l'environnement et aux délais de production, trois éléments qui me viennent à l'esprit. Personne ne prend le temps d'expliquer ces trois éléments et bien d'autres qui pourraient entrer en ligne de compte. Mais l'effet d'ensemble, c'est que l'on semble vouloir rassurer la population.

M. Edge: J'ai dit dans mon mémoire aujourd'hui, et je répète cette affirmation, que l'importation de brut de l'OPEP nous pose un problème grave qui ne pourrait qu'empirer d'ici quelques années. C'est exprimé très clairement. J'ai aussi dit très clairement qu'il nous faut commencer à exploiter nos sources d'énergie ultimes afin de ralentir le rythme de disparition de nos ressources non renouvelables. C'est très clair dans notre mémoire et c'est là mon opinion.

M. MacBain: Merci, monsieur le président.

Le président: Monsieur Edge, j'aimerais poser une question avant de donner la parole à M. Clay. A la page 2-9, vous dites que le gaz provenant des régions éloignées ou des sources non traditionnelles n'est pas inclus dans cette balance de l'offre et de la demande qui figure à la page 2-11. J'aimerais obtenir une précision. Cela signifie-t-il qu'en 1997, année où il pourrait y avoir une déficience, sans tenir compte des 161 petajoules provenant des régions éloignées, cela signifie-t-il que les ententes présentement en vigueur au sujet des exportations seront toutes à renouveler avant cette date au cas où nous n'aurions pas encore branché ces sources d'approvisionnement au Canada, cela signifie-t-il que cette déficience ou cette lacune, ainsi que vous le mentionnez ici, n'existerait pas si nos exportations sont diminuées? Sommes-nous liés pour plus de 8 ans ou ces ententes sont-elles renouvelables avant 1997, année où vous indiquez une déficience. Je parle de la page 2-11 qui porte sur la balance de l'offre et de la demande de gaz naturel.

M. Edge: Je crois que dans la colonne intitulée «licences d'exportation» vous verrez que ces licences commencent à diminuer après 1982 et qu'elles diminuent très rapidement à partir de 1987. L'Office et le gouvernement ne se sont jamais engagés à renouveler ces licences d'exportation.

Le président: Il n'y a donc aucune convention prévoyant que ces ententes seront automatiquement renouvelées s'il se produit une situation d'urgence. Il ne faut pas oublier les ententes internationales, car le Canada appartient à un groupe de 17 pays qui ont conclu des ententes.

M. Edge: Mais si je comprends bien, cela ne touche pas le gaz naturel. C'est seulement pour le pétrole.

Le président: Seulement le pétrole.

M. Edge: C'est exact, j'en suis sûr.

Le président: Et il n'existe aucune entente de même nature entre le Canada et les États-Unis au sujet du gaz naturel. S'il survient une situation d'urgence, ils feront valoir qu'ils en ont besoin.

M. Edge: Il n'y a absolument aucune obligation de renouveler ces licences, à une seule exception près. Nous avons certaines ententes au sujet de l'alimentation de centres près de la

[*Text*]

sure it will be policy to continue those. But on the major licences there was no commitment to renewal. In the last major public hearing on exports I think there was an attempt to persuade the board to make a policy statement that it would renew existing licences before new exports. It did not take that position. The board renewed certain licences but also granted new exports as well. So there was no policy position of either the board or the government on that issue.

The Chairman: So we are not locked into any agreements after 1995, according to this chart.

Mr. Edge: No.

The Chairman: I just had one or two short questions before going to Mr. Clay. I just want to get another thing clear. When we talked about 104,000 barrels a day of exports, these are all heavy or crude oil, as I understand, for which we have no refinery capacity in Canada.

Mr. Edge: At this time

The Chairman: I think some of this would be from Manitoba where they have some oil but no refinery capacity, and that is one of the main reasons it is all exported.

Mr. Edge: Mr. Scotchmer can respond.

Mr. Scotchmer: This 104,000 is virtually entirely heavy oil, that is to say crude oil with a gravity lower than 27 degrees API and certainly Fosterton, Saskatchewan crude is included in that.

The Chairman: Saskatchewan and Manitoba.

Mr. Scotchmer: There are very minimal exports of Manitoba crude. The Lloydminster, of course, is a heavy component of that export which is shared between Alberta and Saskatchewan.

The Chairman: Yes, and if I remember correctly, during your answers, there will now be a capacity in Canada, with the announcements made recently, to permit our refineries to upgrade and be able to refine that type of oil. Is that right?

Mr. Scotchmer: No. The remarks earlier were addressed to the upgrading of heavy fuel oil, that is residual oil produced from the refinery. We did not get into the question of upgrading the heavy crude oil itself.

Mr. Edge: Perhaps I could ask Mr. Vollman just to speak to the situation on the upgrading of heavy fuel oil.

The Chairman: Is the main reason why we do not have the capacity, in other words, because 104,000 barrels a day are not all in the one area and it would not be economically feasible to refine them in Canada, or what is the main reason?

Mr. K. W. Vollman (Director, Energy Resources Branch, National Energy Board): Yes, you are correct in saying it is not one area. The majority of the potential, the board feels, is

[*Translation*]

frontière. Il s'agit de faibles quantités et je suis sûr qu'il sera décidé de maintenir ces ententes. Mais pour ce qui est des grandes licences d'importation, nous ne sommes pas engagés à les renouveler. Lors des dernières grandes audiences publiques au sujet des exportations, on a tenté de persuader l'Office de déclarer publiquement qu'il renouvellerait les licences existantes avant d'autoriser de nouvelles exportations. Il n'a pas fait cette déclaration. L'Office a renouvelé certaines licences, mais a également autorisé de nouvelles exportations. Par conséquent, ni le gouvernement ni l'Office n'ont publié une politique à ce sujet.

Le président: Donc, d'après le graphique, nous ne sommes liés par aucune entente après 1995.

M. Edge: Non.

Le président: J'avais encore une ou deux brèves questions avant de passer à M. Clay. Je voudrais obtenir une autre précision. Quand on parle de 104,000 barils d'exportation par jour, il s'agit toujours d'huile lourde ou de brut que nous n'avons pas, au Canada, les moyens de raffiner.

M. Edge: Pas pour le moment.

Le président: J'imagine qu'une partie de ce brut viendrait du Manitoba, où il y a du pétrole mais aucune capacité de raffinage, et c'est l'une des principales raisons pour laquelle tout ce pétrole est exporté.

M. Edge: M. Scotchmer peut répondre à votre question.

M. Scotchmer: Pour ces 104,000 barils, il s'agit à peu près exclusivement d'huile lourde, c'est-à-dire du brut dont la gravité est inférieure à 27 degrés API et le brut de Fosterton, en Saskatchewan, est certainement compris dans ce chiffre.

Le président: La Saskatchewan et le Manitoba.

M. Scotchmer: Il y a très peu d'exportation du brut manitobain. Le pétrole de Lloydminster constitue une bonne partie de ce chiffre d'exportation qui se partage entre l'Alberta et la Saskatchewan.

Le président: Oui et si je me souviens bien, au cours de vos réponses, vous avez dit que nous aurions maintenant les installations nécessaires au Canada, à la suite des programmes récemment annoncés, pour permettre à nos raffineries d'améliorer ou de raffiner cette sorte de pétrole. Est-ce exact?

M. Scotchmer: Non. Ce dont j'ai parlé plus tôt, c'est de l'amélioration de l'huile combustible lourde, c'est-à-dire les huiles résiduelles produites par la raffinerie. Nous n'avons pas parlé de l'amélioration du brut lui-même.

M. Edge: Peut-être pourrais-je demander à M. Vollman de dire un mot au sujet de l'amélioration des hules combustibles lourdes.

Le président: La principale raison qui expliquerait ce manque d'installations, serait-ce que les 104,000 barils par jour ne sont pas tous dans la même région et qu'il ne serait pas économiquement rentable de les raffiner au Canada ou y a-t-il une autre raison principale?

M. K. W. Vollman (directeur des ressources d'Énergie, Office national de l'énergie): Oui, vous avez raison quand vous dites que ce pétrole ne se trouve pas entièrement dans la même

[*Texte*]

in the Lloydminster area, which I believe currently comprises perhaps 40 per cent . . .

• 1105

The Chairman: Of the 104,000.

Mr. Vollman: . . . of that 104,000 total as a rough number.

The Chairman: Yes.

Mr. Vollman: The other 60 per cent would be spread among different producing areas in Saskatchewan and Alberta and, of course, this is one of the features of the difficulty of upgrading. Where do you locate the plant so that it can have access to all these heavy crude oil streams? Virtually the only location that would have access to all streams would, say, be a point like Regina, but clearly the potential from a resource point of view exists in the Lloydminster area.

The Chairman: Are there applications now before this board to have such a refinery in one of those areas?

Mr. Vollman: There are no applications before this board for such a plant. Mr. Edge could correct me, but I do not believe the board would have any jurisdiction over the refinery.

The Chairman: I see.

Mr. Vollman: We understand this matter is under discussion with the producing companies, with the provinces and Energy, Mines and Resources.

The Chairman: Just a final question, and perhaps I should know this, but I do not. We are talking of an extension of the natural gas pipeline to eastern Quebec and the Maritimes, and we are also hearing a lot about the tremendous potential of the Hibernian and other fields off Canada's eastern coast. Are there plans that this pipeline would be reversible in the eventuality that the finds in eastern Canada are such that in future years it could supply markets in central and even western Canada if the natural gas fields in those areas are being rapidly depleted?

Mr. Edge: The original project on which I did not sit had certain reversible features. For example, the compressors were able to be used both ways, and I am sure that feature will be considered in the design of any new system coming in. I think there will be limited reversibility, and it also has to be looked at in relation to the Arctic pilot project. If that gas is to be injected into a pipeline system in Canada, where would the appropriate place for that injection to take place? As you know, there are two ports, I believe, being considered at the moment, Canso and Gros Cacouna.

The Chairman: Yes.

Mr. Edge: The pipeline will have to consider both the Hibernian offshore gas and Sable Island gas as well as Arctic LNG gas coming into that system, and that will be a point which will be very carefully examined when it comes into public hearing before the board.

The Chairman: It is being considered right now . . .

Mr. Edge: Yes.

The Chairman: . . . to have this reversibility in some areas.

[*Traduction*]

région. La plus grande partie de ce pétrole, selon l'Office, est dans la région de Lloydminster qui fournit peut-être 40 p. 100 . . .

Le président: Des 104,000 barils.

M. Vollman: . . . ou à peu près, de ce total de 104,000 barils.

Le président: Oui.

M. Vollman: Le reste, 60 p. 100, viendrait des différentes régions productrices de la Saskatchewan et de l'Alberta et c'est évidemment l'une des difficultés que pose l'enrichissement. Où établir l'usine afin de lui assurer un accès à toutes les sources de brut? En fait, le seul endroit qui pourrait avoir accès à toutes les sources serait une ville comme Regina, mais il est évident que les ressources existent dans la région de Lloydminster.

Le président: L'Office étudie-t-il présentement des demandes concernant la construction d'une raffinerie dans l'un de ces endroits?

M. Vollman: L'Office n'étudie aucune demande concernant une telle raffinerie. M. Edge pourra me corriger, mais je pense que l'Office n'a pas juridiction au sujet des raffineries.

Le président: Je vois.

M. Vollman: Nous croyons savoir que la question est en discussion entre les compagnies productrices, les provinces et le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources.

Le président: Une dernière question. Je devrais peut-être savoir cela, mais je l'ignore. On parle du prolongement du gazoduc vers l'Est du Québec et les Maritimes, et il est aussi beaucoup question de l'énorme potentiel du puits Hibernia et d'autres gisements de l'Est du Canada. Est-il prévu que ce gazoduc sera réversible afin que, si les découvertes dans l'Est sont tellement énormes, on puisse, dans l'avenir, alimenter des marchés du Centre ou même de l'Ouest du Canada, au cas où les gisements de gaz naturel de ces régions viendraient à s'épuiser?

M. Edge: Le projet initial auquel je n'ai pas participé prévoyait une certaine réversibilité. Par exemple, les compresseurs pouvaient fonctionner dans les deux sens et je suis sûr que de tels éléments seront conservés dans le système adopté. Je crois qu'il y aura une certaine réversibilité, à un degré restreint, et il ne faut pas oublier d'examiner cette réalisation en songeant au projet pilote de l'Arctique. Si du gaz doit être injecté dans un gazoduc au Canada, quel est le meilleur endroit où pratiquer cette injection? Comme on le sait, deux ports sont à l'étude en ce moment, Canso et Gros Cacouna.

Le président: Oui.

M. Edge: La gazoduc devra être conçu de façon à accepter les gaz sous-marins du puits Hibernia et de l'île de Sable ainsi que les gaz de l'Arctique et c'est là un point qui sera examiné très attentivement quand l'Office tiendra des audiences publiques à ce sujet.

Le président: Une étude est présentement en cours . . .

M. Edge: Oui.

Le président: . . . en vue de réaliser cette réversibilité dans certaines régions.

[*Text*]

Mr. Edge: Yes.

The Chairman: Does this add a tremendous amount of cost when you are building a pipeline? Is there a gamble there that the companies are not willing to take? Is there a percentage there? Would it double the cost, or half again as much?

Mr. Edge: Let me start to respond by point 13 in the document just filed with the board by the Trans-Quebec Maritime Pipelines Inc. The pipeline would initially transport natural gas from western Canada and would be designed in a way that facilitates economic reversal of flow and thus could be readily available. The costs in the first hearing were not that great for additional compressors. There is some additional cost. The other fact is, of course, the pipeline telescope from west to east. That could be partially corrected by looping in the small diameter sections in the reversal, so there is some cost from a sort of purely optimum economic pipeline, if you knew exactly what was going to happen. But I think these are quite tolerable in terms of the total cost of the project.

• 1110

The Chairman: Thank you very much. Mr. Corbett and Mr. Portelance.

Mr. Corbett: Thank you, Mr. Chairman. Mr. Edge, are there currently applications before the NEB to extend the pipeline into the Maritime region?

Mr. Edge: No. The original application before the board was decided by the board's recommending the certification of the line as far as Quebec but denying the line as far as the Maritimes on the basis of the application before it at that time. That decision, as far as the Maritimes are concerned, on a legal basis, when the board was asked to review its decision, the board did receive submissions from all parties and then denied the application for review. We have just received the letter of intent of Trans-Quebec & Maritime Pipelines Inc. to file an application, I believe before the end of this year, possibly by the middle of December, with many essential parts of the application although I believe the design and engineering will not come in until January.

The board in its denial of the review said if it were to receive a new application it would deal with the matter expeditiously. We cannot predict when a hearing will take place, but on current knowledge and on the assumption that the information already filed is reasonably complete and there are no major deficiencies, it is possible the board could be ready for public hearings by as early as mid-February.

Mr. Corbett: What were the major objections that the board had to the previous application, and where do you see major changes having to be made by any further applicant in order to satisfy the board's requirements?

Mr. Edge: The board, technically, never explains its reasons for decision, and, as I mentioned, I did not sit on that hearing. But the board did not object to the Maritime pipeline in any way whatsoever. It merely found, in the application before it, there was very little economic and financial substance. The pricing arrangements had not been clarified, there was no

[*Translation*]

M. Edge: Oui.

Le président: Ce facteur ajoute-t-il énormément au coût de construction d'un pipe-line? Y a-t-il un risque que les sociétés n'osent pas prendre? Y a-t-il un pourcentage? Le coût serait-il doublé ou augmenté de la moitié?

M. Edge: Permettez-moi de commencer à répondre par le point numéro 13 figurant au document que vient de présenter à l'Office la Société Trans-Québec et Maritime Pipeline. Le pipe-line servirait au début à transporter du gaz naturel de l'Ouest canadien et serait conçu de façon à devenir économiquement réversible, ce qui le rendrait facilement disponible. Les coûts, lors des premières audiences, n'étaient pas très considérables pour les compresseurs additionnels. Il y a un certain coût supplémentaire. L'autre facteur, c'est évidemment le pipe-line télescope de l'Ouest à l'Est. Cela pourrait être en partie corrigé en bouclant les sections de faible diamètre lors de l'inversion. Il y a donc certains coûts à supporter pour un pipe-line le plus économique possible, si l'on sait exactement ce qui va se produire. Mais ces coûts sont très tolérables par rapport au coût total du projet.

Le président: Merci beaucoup. Monsieur Corbett et monsieur Portelance.

M. Corbett: Merci, monsieur le président. Monsieur Edge, l'Office étudie-t-il présentement des demandes visant à prolonger le pipe-line dans la région des Maritimes?

M. Edge: Non. La demande initiale a été examinée par l'Office et il a été décidé de recommander l'accréditation du gazoduc jusqu'à Québec, mais de refuser une prolongation jusque dans les Maritimes sur la foi de la demande qui était à l'étude. Quand l'Office a été invité à réviser sa décision pour ce qui a trait aux Maritimes, il a reçu des mémoires de toutes les parties intéressées et il a refusé de mettre la demande à l'étude. Nous venons de recevoir une lettre de la Trans-Québec et Maritime Pipeline nous annonçant son intention de présenter une demande avant la fin de l'année, peut-être au milieu de décembre. Cette nouvelle demande conservera beaucoup de parties essentielles de l'ancienne, mais les dessins et les plans n'arriveront qu'en janvier.

Quand l'Office a refusé d'examiner la demande, il a dit que s'il recevait une nouvelle demande il s'en occuperait sans délai. Nous ne pouvons prédire quand des audiences auront lieu, mais sur la foi de ce que nous savons et en supposant que l'information présentée sera raisonnablement complète et ne comportera pas de graves lacunes, il se peut que l'Office soit prêt à procéder à des audiences publiques dès la mi-février.

M. Corbett: Quelles étaient les principales objections de l'Office au sujet de la première demande et quels changements faudrait-il apporter aux nouvelles demandes pour répondre aux exigences de l'Office?

M. Edge: En principe, l'Office n'explique jamais les motifs de ses décisions et, comme je l'ai dit, je n'ai pas participé aux études. Mais l'Office ne s'est opposé d'aucune façon au pipeline des Maritimes. Il a simplement constaté que la demande à l'étude contenait peu de substance économique et financière. Les échelles de prix n'avaient pas été établies et il n'y avait pas

[*Texte*]

financing package such as is now being laid forth in general terms by the government in terms of the contribution to financing of the transmission system if necessary, the financial assistance to the distributors and the conversion grants on home furnaces, to convert them from oil to gas. In other words, I would have to say that the original application was denied for lack of substance, and I would assume that in the light of the NEP and in the light of the statement of intent, the applicant now sees that those things can be taken care of.

Furthermore, the environmental information was quite inadequate, particularly in the New Brunswick section of the original application, and those deficiencies were set forth in the board's reasons for the decision. The board expected that the applicant would conduct the studies to remedy those defects. It is my understanding that they think they have done so and will be filing the environmental studies I believe in December of this year, although even then they will not likely be site specific. But the applicant is remedying the deficiencies in its original application.

Mr. Corbett: So then you would say that basically it was lacking in financial substance and in environmental substance?

Mr. Edge: And the absence of a clear picture of distributors. Contracts were some way off, I believe. There is a number of areas in which it was deficient but in which I assume the new application will be much stronger.

Mr. Corbett: Do you mean that before an application is given the approval of the NEB there has to be a distribution network in place . . .

Mr. Edge: No.

Mr. Corbett: . . . signed, sealed and delivered?

Mr. Edge: No.

Mr. Corbett: You mean that they did not apply themselves to the aspect at all of distributorship, then?

Mr. Edge: No, I did not say that either.

Mr. Corbett: I see. What did you say?

Mr. Edge: I am not going to be pinned down on a case which is coming back before the board, but I pointed out to you that even on the distributor system the government has announced major substantial help. We also indicated that we were unsure of the offshore situation, and Trans-Quebec Maritime Pipelines Inc. have indicated they are going to file information on that in their December application.

• 1115

Mr. Corbett: Okay. The government has indicated its determination to have the pipeline proceed through to the Maritime region within a relatively short period of time.

Mr. Edge: I believe 1983 was the date they quoted.

Mr. Corbett: Where does the board find itself in relation to the government's determination to have this pipeline extended if, in the board's opinion, the applications continue to not meet the requirements or the standards the board might determine to be necessary.

[*Traduction*]

de projet de financement comme celui que présente le gouvernement au sujet de ses contributions au financement du système de transmission, au besoin, et au sujet de l'aide financière aux distributeurs, et des subventions de conversion pour les chauffages domestiques, afin de les convertir du pétrole au gaz. Autrement dit, la première demande a été refusée à cause d'un manque de substance et j'imagine qu'à la lumière du programme énergétique et de la déclaration d'intention, le demandeur voit maintenant qu'il y a des solutions pour toutes ces choses.

En outre, l'information concernant l'environnement était bien mince, surtout dans la section du Nouveau-Brunswick de la demande initiale et ces lacunes ont été exposées dans les raisons données par l'Office pour expliquer sa décision. L'Office espérait que le demandeur ferait des études pour corriger ces lacunes. Si je suis bien renseigné, ils estiment avoir réussi et ils déposeront des études sur l'environnement en décembre prochain, même s'ils n'auront pas encore, à ce moment-là, établi le tracé définitif. Mais le demandeur corrige les lacunes de sa demande initiale.

M. Corbett: Vous dites donc que les lacunes se trouvaient du côté financier et du côté de l'environnement.

M. Edge: Il manquait aussi un inventaire précis des distributeurs. Les contrats étaient loin d'être signés, sauf erreur. Il y avait des lacunes dans beaucoup de domaines, mais je crois que la nouvelle demande sera beaucoup plus solide.

M. Corbett: Voulez-vous dire qu'avant une approbation par l'Office national de l'énergie, il faut avoir en place un réseau de distribution . . .

M. Edge: Non.

M. Corbett: . . . avec des contrats signés en bonne et due forme?

M. Edge: Non.

M. Corbett: Vous dites qu'ils ne se sont pas du tout occupés du domaine de la distribution?

M. Edge: Non, je n'ai pas dit cela non plus.

M. Corbett: Je vois. Qu'avez-vous dit?

M. Edge: Je ne voudrais pas entrer dans les moindres détails d'un cas dont l'Office doit reprendre l'étude, mais je vous ai signalé que même en ce qui a trait à la distribution, le gouvernement avait annoncé des mesures d'aide considérables. Nous avons dit aussi que nous n'étions pas certains des gisements sous-marins, mais la Trans-Québec et Maritime Pipeline nous a annoncé qu'elle fournirait ce renseignement dans sa demande de décembre.

M. Corbett: Très bien. Le gouvernement a laissé entendre qu'il était décidé à faire prolonger le pipe-line dans les Maritimes dans un délai relativement court.

M. Edge: Je crois qu'on a parlé de 1983.

M. Corbett: Quelle serait l'attitude de l'Office, en face de cette décision du gouvernement de prolonger le pipe-line, si de l'avis de l'Office les demandes ne répondent pas encore aux exigences ou aux normes que l'Office peut juger nécessaires?

[*Text*]

Mr. Edge: I would like to say that we do not usually answer hypothetical questions, but I will try to be helpful in this regard. The government's intent in its NEP is quite clear. But the board operates under its mandate under the act. The NEP is clearly one which has indicated that the government's desire for the pipeline is not purely on economic grounds; it is for security and supply reasons, and those terms are quite meaningful to the board. But the board still has obligations to ensure, first, that the pipeline is built in an environmentally acceptable way. I think, even if the government legislated it, it would still want to see that happen. Secondly, we want to see that the pipeline is well-designed in a safe and integral way. Particularly if there is going to be government money put into it, we would like to see that to be wisely spent and not lavishly spent on the pipeline on things which are not needed. We will look at the totality of that pipeline, and we will make a finding. If it is a negative one, and I am not going to predict in any way which way it would go, the government still has the desire and the ability to legislate, but the government policy does not mean that the board will not look at those things which it believes essential under its own act to be taken into account on the installation and construction of a pipeline. But we have said that we will deal with it expeditiously.

Mr. Corbett: I could ask, I suppose, whether, in your view, the minister has the power to instruct you to grant a licence to any applicant?

Mr. Edge: I can answer that very simply: the government has no such power, the minister or the government.

Mr. Corbett: Thank you. Did I hear you correctly, some time ago, to say that it is unclear at this time if a pipeline extension to the Maritimes is the way to the export markets?

Mr. Edge: Yes.

Mr. Corbett: Could you elaborate on that for me? It seems to me that certainly for the New England market, if the pipeline is to be built down through the Maritime region, that is the obvious way to the export market.

Mr. Edge: Again I will have to caution you in saying that I cannot deal with the relative advantages of what will undoubtedly be two applications before us. At the moment there have been two contracts signed for getting gas to New England. I think the Tenneco gas one goes out through Niagara Falls and would perhaps take a much shorter route than going through the Maritimes. The Maritime route through the TQ&M was recently signed in Boston with the Algonquin and Transco group. If there is gas available for export, I am sure there will be other parties from Canada, and exporting from different places in Canada, seeking either to extend licences or to create new opportunities. The economics may be quite different for Alberta gas if Alberta exports itself, compared with going all the way through the Maritimes. I think it is fair to say that we

[*Translation*]

M. Edge: Permettez-moi de dire que d'habitude, nous ne répondons pas à des questions hypothétiques, mais je vais essayer de vous donner les renseignements voulus. Le gouvernement a annoncé ses intentions très clairement dans son programme énergétique. D'un autre côté, l'Office a son propre mandat et fonctionne en vertu de sa loi. Il est évident que le programme annonce clairement l'intention du gouvernement de faire prolonger le pipe-line, mais que ce n'est pas pour des raisons purement économiques. C'est pour des raisons de sécurité et d'approvisionnement, et ce sont là des motifs très importants aux yeux de l'Office. Mais l'office est quand même obligé de s'assurer tout d'abord que le pipe-line sera construit d'une façon acceptable du point de vue de l'environnement. Je crois que même si le gouvernement adoptait une loi à ce sujet, il voudrait lui aussi protéger l'environnement. Deuxièmement, nous voulons nous assurer que le pipe-line est bien conçu, de façon sûre et intégrale. Si des fonds du gouvernement doivent être engagés dans le pipe-line, nous voulons surtout nous assurer que ces fonds seront bien dépensés et non pas dépensés sans contrôle pour des choses qui ne seraient pas nécessaires. Nous examinerons l'ensemble du projet de pipe-line et nous ferons des constatations. Si notre décision est négative (loin de moi l'intention de prédire ce que pourrait être cette décision), le gouvernement conserverait toujours le désir et la possibilité de légiférer, mais même la politique du gouvernement ne signifie pas que l'Office n'examinera pas les choses qu'il juge essentielles en vertu de sa propre loi lors de l'installation et de la construction d'un pipe-line. Mais nous avons dit que nous étudierions la question sans délai.

M. Corbett: Je pourrais vous demander, j'imagine, si à votre avis le ministre a le pouvoir de vous donner instruction d'accorder un permis à un demandeur.

M. Edge: Je puis répondre très simplement que ni le gouvernement ni le ministre n'ont ce pouvoir.

M. Corbett: Merci. Est-ce que je vous ai bien compris tout à l'heure? Avez-vous dit qu'il n'était pas encore certain si la prolongation du pipe-line vers les Maritimes était un moyen de se diriger vers les marchés d'exportation?

M. Edge: Oui.

M. Corbett: Pourriez-vous préciser davantage? Il me semble certain que pour le marché de la Nouvelle-Angleterre, si le pipe-line est construit jusque dans les Maritimes, c'est de toute évidence un moyen d'atteindre des marchés d'exportation.

M. Edge: Une fois de plus, je dois vous avertir que je ne saurais parler des avantages relatifs de l'une ou l'autre des deux demandes que nous aurons sûrement à étudier. En ce moment, deux contrats ont été signés pour l'exportation de gaz vers la Nouvelle-Angleterre. Je crois que le gaz de Tenneco passe par Niagara et sa route serait bien plus courte que s'il devait passer par les Maritimes. La route des Maritimes, par l'entremise de la TQ et M, a fait l'objet d'un récent contrat à Boston avec le groupe Algonquin et Transco. S'il y a du gaz disponible pour l'exportation, je suis sûr que d'autres sociétés canadiennes exportant de différents endroits au Canada chercheront ou bien à prolonger les licences existantes ou bien à créer de nouvelles possibilités. Les données économiques peuvent être bien différentes pour le gaz de l'Alberta si l'Alberta

[*Texte*]

would expect some applications for the export of liquefied natural gas to Japan. Therefore, it is impossible for the board to say—I would not say at this time—that for obvious reasons the export from the Trans Quebec Maritime was the obvious way to go. That case, if it arises, will have to be fought out in public proceedings before the board with many other, I believe, competing applications.

Mr. Corbett: Okay. I would like to just switch over now from natural gas to oil and the export market. Can you tell me what the maximum amount, under present NEB regulations, of light crude that is allowed for export in this country?

• 1120

Mr. Edge: Correct me if I am wrong, we had no exports of light crude at the start. That is in short supply and, therefore, we have no exports of light crude.

Mr. Corbett: We currently do not export any, but is there any regulation that states that or is there a maximum amount that would be allowed?

Mr. Edge: No. We are permitted to export hydrocarbons if they are in surplus supply, but no regulation says that if they are not in surplus supply you do not have to export them. Everyone knows that light crude oil is in short supply in Canada and there are no exports because there is no surplus.

Mr. Corbett: Okay. What price are we receiving for our heavy crude that we export?

Mr. Edge: Mr. Scotchmer.

Mr. Scotchmer: You caught me right off balance, I really cannot give you an accurate figure.

Mr. Edge: We can tell you it is the world price for heavy crude oil. It mainly goes to Minnesota. All the heavy crude we export is at the going world price.

Mr. Corbett: At $35 a barrel.

Mr. Edge: Yes. We had to reduce it a little bit in respect of heavy crude to ensure we moved all of it. There were some problems with shipping oil at one time.

Mr. Corbett: Okay, the exchanges. We import 436,000 barrels of oil a day, which includes that oil which is to be re-exported.

Mr. Scotchmer: It includes some oil which is refined in Canada and turned into products which are exported.

Mr. Corbett: How much of that oil is designated to be re-exported?

Mr. Scotchmer: A round figure is 50,000 barrels a day.

Mr. Corbett: I see. Is that all refined in one refinery?

Mr. Scotchmer: It is not secret. The Irving refinery is the largest exporter of products.

Mr. Corbett: How much of that 50,000 barrels a day does the Irving refinery export?

[*Traduction*]

l'exporte elle-même au lieu de le faire expédier par les Maritimes. Il est juste de dire que nous nous attendons à certaines demandes d'exportation de gaz naturel liquéfié vers le Japon. Par conséquent, il est impossible pour l'Office de dire—de toute façon je ne le dirai pas en ce moment—que pour des raisons évidentes, le tracé de la Trans-Québec et Maritimes était destiné à l'exportation. Si le cas se présente, il devra être débattu dans des audiences publiques devant l'Office avec bien d'autres demandes concurrentes.

M. Corbett: Très bien. J'aimerais maintenant passer du gaz naturel au pétrole et au marché des exportations. Pouvez-vous me dire quel est le montant maximum de brut léger qui serait autorisé pour l'exportation en vertu des présents règlements de l'Office de l'énergie?

M. Edge: Corrigez-moi si je fais erreur, mais nous n'avons eu pour commencer aucune exportation de brut léger. L'approvisionnement est insuffisant et par conséquent, il n'y a pas d'exportation de brut léger.

M. Corbett: Nous n'en exportons pas en ce moment, mais y a-t-il un règlement à cet égard ou y a-t-il un maximum autorisé?

M. Edge: Non. Nous sommes autorisés à exporter des hydrocarbures s'il y a des surplus, mais aucun règlement ne dit que s'il n'y a pas de surplus, nous ne devons pas les exporter. Tout le monde sait que le Canada manque de pétrole brut léger et par conséquent il n'y a pas d'exportation parce que nous n'avons pas de surplus.

M. Corbett: Très bien. Quel prix recevons-nous pour le brut lourd que nous exportons?

M. Edge: Monsieur Scotchmer.

M. Scotchmer: Vous me prenez au dépourvu. Je ne puis vous donner un chiffre précis.

M. Edge: Nous pouvons vous dire que c'est le prix mondial pour le brut. Il est surtout exporté au Minnesota. Toutes nos exportations de brut lourd sont faites aux prix mondiaux.

M. Corbett: A $35 le baril.

M. Edge: Oui. Nous avons dû réduire le prix un peu pour assurer l'expédition de tout notre pétrole brut. Il y a eu des problèmes d'expédition du pétrole.

M. Corbett: Oui, les échanges. Nous importons 436,000 barils de pétrole par jour, ce qui comprend du pétrole à réexporter.

M. Scotchmer: Cela comprend du pétrole qui est raffiné au Canada et transformé en produits qui sont ensuite exportés.

M. Corbett: Quelle partie de ce pétrole doit être réexportée?

M. Scotchmer: En gros, environ 50,000 barils par jour.

M. Corbett: Je vois. Tout ce pétrole est-il raffiné dans une seule raffinerie?

M. Scotchmer: Ce n'est pas un secret. La raffinerie Irving est le principal exportateur de ces produits.

M. Corbett: Combien de ces 50,000 barils par jour sont exportés par la raffinerie Irving?

[*Text*]

Mr. Scotchmer: It would be the larger part of the oil I am talking about.

Mr. Corbett: Yes. That is what, 90 per cent, 80 per cent?

Mr. Scotchmer: Yes, depending on the time of the year and circumstances.

Mr. Corbett: What is the daily refinery capacity of that Irving plant?

Mr. Scotchmer: I am not quite sure that the figure is published, but it is my understanding that it is in the neighbourhood of 200,000 to 250,000 barrels a day.

Mr. Corbett: So they are utilizing about a quarter of their production facilities for the export market.

Mr. Scotchmer: Or to have that potential capacity to process.

Mr. Corbett: Or the potential, yes.

Thanks very much.

The Chairman: Thank you, Mr. Corbett. Monsieur Portelance.

Mr. Portelance: Merci, monsieur le président. Mr. Edge, how many gallons of gasoline do we obtain from a barrel of oil coming into Canada? We import 436,000 barrels, what quantity of gasoline for transportation comes out of that?

Mr. Edge: Mr. Scotchmer.

Mr. Scotchmer: The average yield varies. In prairie refineries, it is around 40 per cent by volume in terms of gasoline; again, depending on the type of refinery, it is somewhat lower in the east. A refinery without downstream, complex processing will perhaps have a yield of 25 or 24 per cent by volume, but more complex refineries in the east yield up to 35 or 36 per cent of gasoline.

Mr. Portelance: Thirty-six per cent means how many gallons?

Mr. Scotchmer: If the refinery is running 90,000 barrels a day and it produces, say, 30 per cent, that would be 30,000 barrels a day of gasoline. And 30,000 barrels a day multiplied by $35 is—somebody who is better at arithmetic than I can tell you that.

Mr. Edge: It comes to $1,050,000.

Mr. Portelance: And most of this 436,000 barrel import is for the Maritimes, is it?

Mr. Scotchmer: Montreal, most of it goes into Montreal.

Mr. Portelance: Part to Montreal, part to the Maritimes.

Mr. Scotchmer: Part to the Maritimes.

Mr. Portelance: We have had people before us who have produced methanol from gas and wood which can also be used in cars or trucks. And the price of these plants, which you are talking about, could be much lower than we hear it is for the tar sands and any of these major projects. They could be located in different places—not all in one province. Do you have anything to do with that; is this under your jurisdiction or recommendations?

[*Translation*]

M. Scotchmer: Ce serait la plus grande partie de ce pétrole dont je parle.

M. Corbett: Oui. Mais ce serait 90 ou 80 p. 100?

M. Scotchmer: Oui, selon l'époque de l'année et les circonstances.

M. Corbett: Quelle est la capacité quotidienne de la raffinerie Irving?

M. Scotchmer: Je ne suis pas certain que les chiffres soient publiés, mais je crois savoir que c'est de l'ordre de 200,000 à 250,000 barils par jour.

M. Corbett: C'est-à-dire qu'ils utilisent environ le quart de leurs installations de production pour les marchés d'exportation.

M. Scotchmer: Ou pour avoir cette capacité potentielle de raffinage.

M. Corbett: Ou le potentiel, oui.

Merci beaucoup.

Le président: Merci, monsieur Corbett. Monsieur Portelance.

M. Portelance: Thank you, Mr. Chairman. Monsieur Edge, combien de gallons d'essence obtient-on d'un baril de pétrole importé au Canada? Nous importons 436,000 barils, mais quelle quantité d'essence en obtenons-nous?

M. Edge: Monsieur Scotchmer.

M. Scotchmer: Le rendement varie. Dans les raffineries des Prairies, c'est environ 40 p. 100 du volume, pour ce qui est de l'essence. Je répète que cela dépend du type de raffinerie. C'est un peu plus faible dans l'Est où une raffinerie sans procédé complexe en aval pourra produire 24 ou 25 p. 100 par volume tandis que les raffineries plus complexes produiront jusqu'à 35 ou 36 p. 100 d'essence.

M. Portelance: Mais 36 p. 100, cela signifie combien de gallons?

M. Scotchmer: Si la raffinerie traite 90,000 barils par jour et produit, mettons, 30 p. 100 d'essence, ce serait 30,000 barils d'essence par jour. Et 30,000 barils par jour multipliés par $35, cela donne . . . Il faudrait le demander à plus fort que moi en mathématiques.

M. Edge: Cela donne $1,050,000.

M. Portelance: Et la plus grande partie de cette importation de 436,000 barils, c'est pour les Maritimes, n'est-ce pas?

M. Scotchmer: C'est pour Montréal. La plus grande partie va à Montréal.

M. Portelance: En partie à Montréal et en partie aux Maritimes.

M. Scotchmer: Oui, en partie aux Maritimes.

M. Portelance: Nous avons reçu des témoins qui ont produit du méthanol à partir du gaz et du bois et que l'on peut utiliser dans les voitures et les camions. Et le prix de ces usines dont vous parlez pourrait être bien inférieur à ce que l'on dit s'il s'agit des sables bitumineux ou de certains autres grands projets. Elles pourraient être situées à différents endroits, non pas toutes dans une seule province. Cela est-il de votre ressort? De votre juridiction? Pouvez-vous faire des recommandations?

[*Texte*]

• 1125

Mr. Edge: This is methanol derived from wood?

Mr. Portelance: From gas and wood.

The Chairman: It is 80 per cent gas and 20 per cent wood.

Mr. Portelance: It is 80 per cent gas and 20 per cent wood.

Mr. Edge: Well, Mr. Vollman can speak to the gas to methanol which we have looked at. That of course has been chemical grade methanol. Can you speak to this—its use in automobiles?

Mr. Vollman: We are not specialists in this area, although we do try to talk to people who are doing research in this area. It is our understanding that the use of methanol as liquid transportation fuel would be severely limited in current engines. It would have to be blended with motor gasoline—perhaps 1 or 2 per cent, so the potential is pretty modest there.

I think widespread use of methanol for transportation fleets would require design of new engines.

Another process we have looked at is going a step farther than that and taking the methanol and upgrading it into a synthetic gasoline which has the advantage of all of the existing infrastructure—gasoline stations, existing fleets, and so on, could use the fuel. Again this is something we are trying to look at in a lot more detail in the inquiry we now have under-way.

Mr. Portelance: This would mean . . .

Mr. Vollman: I might just add one more statement. The cursory looks we have had at the economics certainly would not indicate that it would be cheap. And again, if you are making it from natural gas, it depends on the value you place on that natural gas. The numbers we have seen that is even valuating the natural gas at $2 or $3 an mcf, might give you a synthetic fuel you could use priced close to $50 a barrel.

Mr. Portelance: That is not the figure we received from people who have been before us. They were talking about a $38 a barrel. That would make it viable to go ahead with a project of this kind.

Mr. Vollman: That is perhaps just the methanol.

Mr. Portelance: Methanol is 80 per cent from gas and 20 per cent from wood.

The Chairman: Yes, that is for methanol.

Mr. Portelance: That is for methanol.

Mr. Edge: But I think some of those figures were addressed when Dr. Whitham came before you, and in our brief on alternate energy.

Mr. Portelance: The energy department is talking about $45.

Mr. Edge: As an order of magnitude, yes, but again it depends on your price of natural gas.

Mr. Portelance: What is hard to understand, too, is the amount of money that is needed in investment to produce this methanol. It is much lower in cost if you compare $2 billion to an $8 billion plant to justify $38 a barrel. I cannot see much

[*Traduction*]

M. Edge: Vous parlez du méthanol dérivé du bois?

M. Portelance: Du gaz et du bois.

Le président: C'est 80 p. 100 du gaz et 20 p. 100 du bois.

M. Portelance: Oui, 80 p. 100 du gaz et 20 p. 100 du bois.

M. Edge: Dans ce cas, M. Vollman peut vous parler du méthanol produit à partir du gaz, car nous avons étudié la question. Il s'agit évidemment de méthanol chimique. Pouvez-vous nous en parler, de son utilisation dans les automobiles?

M. Vollman: Nous ne sommes pas des spécialistes de ce domaine, mais nous obtenons les opinions de personnes qui font de la recherche. On nous laisse entendre que l'utilisation du méthanol comme carburant liquide ne pourrait pas beaucoup servir dans les moteurs existants. Il faudrait le mélanger avec de l'essence ordinaire, à raison de 1 ou 2 p. 100, ce qui signifie que les possibilités d'utilisation sont assez modestes.

Pour répandre l'utilisation du méthanol dans les véhicules de transport, il faudrait inventer de nouveaux moteurs.

Nous avons examiné un autre procédé qui va un peu plus loin et qui transforme le méthanol en essence synthétique, ce qui a l'avantage d'utiliser toute l'infrastructure existante, les postes d'essence, les véhicules de transport, qui pourraient utiliser ce carburant. C'est une question que nous essayons d'examiner en profondeur dans le cadre de l'enquête en cours.

M. Portelance: Cela signifie . . .

M. Vollman: J'aimerais ajouter une chose. Nous avons jeté un coup d'œil aux aspects financiers de ce produit et ce ne serait pas bon marché. En outre, si on le fabrique à partir du gaz naturel, tout dépend de la valeur que l'on attribue au gaz naturel. D'après les chiffres que nous avons vus, en évaluant le gaz naturel à $2 ou $3 les mpc, on pourrait obtenir un carburant synthétique coûtant presque $50 le baril.

M. Portelance: Ce n'est pas le chiffre que nous ont laissé entrevoir nos témoins. Il sont parlé de $38 le baril. A ce prix, ce serait un projet rentable qu'il vaudrait la peine de réaliser.

M. Vollman: On parlait peut-être du méthanol seulement.

M. Portelance: Le méthanol est produit à raison de 80 p. 100 à partir du gaz et 20 p. 100 à partir du bois.

Le président: Oui, c'est pour le méthanol.

M. Portelance: Pour le méthanol.

M. Edge: Mais je crois que ces chiffres ont été étudiés lorsque M. Whitham a témoigné devant vous ainsi que dans notre mémoire sur les énergies de remplacement.

M. Portelance: Le ministère de l'Énergie parle de $45.

M. Edge: Oui, c'est un ordre de grandeur, mais encore une fois tout dépend du prix du gaz naturel.

M. Portelance: Ce qui est difficile à comprendre, c'est les sommes qu'il faut investir pour produire ce méthanol. Cela revient bien moins cher si l'on compare une usine de 2 milliards de dollars à une autre de 8 milliards de dollars pour

[*Text*]

wrong with it if they can take one quarter of the investment to produce the product.

Mr. Edge: But as Mr. Vollman was pointing out, our understanding is that the blending of methanol into gasoline with contemporary engines would be not more than 1 to 2 per cent. So it would be a long way from solving gasoline deficiencies.

Mr. Portelance: When we are talking about blending that is fine, but I think the car manufacturers are also looking ahead. We are not talking about tomorrow morning, but looking ahead six or seven years, and even in that field, there could be a possibility that cars would be manufactured that could handle that.

Mr. Edge: I think there is a great deal more work needed on the variety of automotive possibilities including methanol, synthetic gasoline from methanol, compressed natural gas, propane—propane fleets were mentioned. I think all these need much more research, study, and development. They may hold considerable potential if we are into a major oil supply disruption period.

Mr. Portelance: But even if it is mixed with regular gasoline, if it is 1 or 2 per cent—I think it is a big improvement. We are talking about 1 or 2 per cent in energy in a given field.

• 1130

Mr. Edge: I am not fully conversant with all the problems of the two-phase separation, and the effect of cold climates on the ability to start. In some ways I believe ethanol is a slightly better blend than methanol, but I know these are under study. The board is not expert in this area but is addressing it in its public hearing now under way.

Mr. Portelance: One last question. On page 1-4 you are saying:

> that some of the major projects could be expedited by having an export component in the early years in order to assist in obtaining the financing.

Would this statement include also—of course it must—the Bay of Fundy tidal power?

Mr. Edge: Yes. That by itself because of the surge nature and the timing of the tides means it has to be fed into a large system. I believe, and Mr. Bell can speak more specifically on this, it would require an export as well as maritime absorption. We have one of our key electrical engineers seconded to do a detailed study of that project.

The Chairman: Mr. Bell.

Mr. E. S. Bell (Director, Electric Power Branch, National Energy Board): One of the sites, the Cumberland Basin, is not too large and its output could be absorbed in the maritimes. But if they went to the larger basin, the Minas Basin, the capacity of the installation there would be much larger than

[*Translation*]

produire de l'essence à $38 le baril. Je ne vois pas que ce soit un mauvais projet si l'on peut commencer la production avec seulement le quart de l'investissement exigé par l'autre méthode.

M. Edge: Mais comme M. Vollman l'a signalé, nous croyons que le mélange de méthanol et d'essence, pour répondre aux besoins des moteurs modernes, ne pourrait être supérieur à 1 ou 2 p. 100. On serait donc loin de trouver une solution à nos pénuries d'essence.

M. Portelance: Vous avez raison, si l'on parle de mélange, mais je pense que les fabricants de voitures songent aussi à l'avenir. Nous ne parlons pas de demain matin, mais plutôt de 6 ou 7 ans dans l'avenir et dans cette optique, il serait possible que les voitures soient fabriquées pour fonctionner avec ce produit.

M. Edge: Je crois qu'il reste beaucoup à faire dans le domaine de l'automobile pour utiliser le méthanol, l'essence synthétique produite à base de méthanol, le gaz naturel comprimé, ou le gaz propane. Dans tous ces domaines, ils font encore beaucoup de recherches, d'études et de développements. Il y a là un potentiel considérable si le marché du pétrole devait traverser un état de crise.

M. Portelance: Mais même si on le mélange à l'essence ordinaire, s'il s'agit de 1 ou 2 p. 100, ce serait une grande amélioration. Nous parlons de 1 ou 2 p. 100 d'énergie dans un domaine particulier.

M. Edge: Je ne suis pas bien au courant de tous les problèmes posés par la séparation à deux phases et des effets du froid sur les possibilités de démarrage. Sous certains aspects, je crois que l'éthanol est un peu supérieur au méthanol, mais je sais que ces questions sont à l'étude. L'Office n'est pas spécialisé dans ce domaine, mais il l'étudie dans le cadre de ses audiences publiques en cours.

M. Portelance: Une dernière question. A la page 1-4, vous dites:

> que la réalisation de certains des grands projets pourrait être accélérée si une certaine partie du produit devait servir aux exportations, les premières années, afin d'aider à obtenir le financement nécessaire.

Ce passage doit bien couvrir, évidemment, l'énergie marémotrice de la baie de Fundy?

M. Edge: Oui. En soi, à cause des périodes de pointe et de l'irrégularité des marées, il faut que cette énergie alimente un grand réseau. M. Bell peut nous donner des précisions, mais je pense qu'il faudrait des exportations et des ventes dans les Maritimes. L'un de nos principaux ingénieurs-électriciens a été affecté à une étude détaillée de ce projet.

Le président: Monsieur Bell.

M. E. S. Bell (directeur de l'énergie électrique, Office national de l'énergie): L'un des emplacements, le basin Cumberland, n'est pas trop considérable et sa production pourrait être absorbée dans les Maritimes. Mais si l'on aménage le grand bassin, le Bassin des Mines, la capacité de production

[*Texte*]

could be absorbed in the maritime provinces and there would have to be an export component from that plant.

Mr. Edge: I believe there is interest in New York State and the New England States, in additional hydro power from James Bay and although I believe, quite naturally, the most economic reservoirs are being, as it were, retained for use within the province, that financing from a co-ordinated New England, New York route might be attractive to Hydro Quebec for otherwise developing what might be called the second class of economic reservoirs. They might help to get these developed and then get power in the other years from them. Otherwise, it would be much longer before those reservoirs were developed.

Mr. Portelance: But when we look at the Fundy tidal power, it is certainly to help a region like the Maritimes or making electricity right now from oil. Of course, I think there is a priority to move them out of that, and a lot of that power could come from the tidal.

Do you have any information about the viable side of that?

Mr. Edge: I will ask Mr. Bell to comment, apart from my earlier comment that the longer we leave them the more they seem to cost. I am in favour of drives to get some of these major projects going because I think you get the benefit then by being shielded from inflation down the road. But I would like Mr. Bell to speak on the technical and financing situation on the tidal.

Mr. Bell: There are a number of possibilities for moving the maritime provinces off oil in regard to power generation. There is increased use of coal-fire generation and the Nova Scotia Power Commission is studying converting some of its oil-fired plants to coal. New Brunswick is also studying converting the Coleson Cove plant from oil to coal.

There are possibilities for increasing the imports into the maritime area from Hydro Quebec. There is a bottleneck in the transmission at Eel River, and that could be improved to increase supplies of electricity from Hydro Quebec. There have also been studies on development of the Lower Churchill Falls with an export component going through Quebec into the maritime provinces.

I think a further alternative would be to use natural gas if a pipeline were built for a few years to generate electricity while the domestic market was building up. So that obviously all these different proposals, including the Bay of Fundy tidal power should be studied as ways of displacing the oil which is currently used to generate electricity in the Maritimes.

[*Traduction*]

dépasserait de loin ce que les provinces Maritimes peuvent absorber et il faudrait orienter l'énergie produite vers l'exportation.

M. Edge: Je crois que l'État de New York et les États de la Nouvelle-Angleterre voudraient obtenir de l'énergie électrique de la baie James et même si la production des réservoirs les plus économiques est utilisée, comme il se doit, à l'intérieur de la province, l'Hydro-Québec pourrait envisager d'obtenir, au moyen d'un réseau coordonné entre la Nouvelle-Angleterre et New York, le financement nécessaire pour mettre en valeur ce qu'on pourrait appeler les réservoirs économiques de deuxième classe. On pourrait ainsi mettre ces emplacements en valeur et ensuite, dans les années à venir, l'énergie produite pourrait être utilisée sur place. Autrement, il faudra attendre bien plus longtemps la mise en valeur de ces réservoirs.

M. Portelance: Mais quand on parle de l'énergie marémotrice de la baie de Fundy, on se dit qu'elle devrait aider une région comme celle des Maritimes où, à l'heure actuelle, on utilise le pétrole pour produire de l'électricité. Il est sans doute prioritaire d'abandonner ces méthodes de production et l'énergie nécessaire pourrait venir des marées.

Avez-vous des renseignements au sujet de la rentabilité de ce projet?

M. Edge: Je vais demander les commentaires de M. Bell. Pour ma part, je répète ce que j'ai dit, soit que plus on attend, plus le coût semble augmenter. Je crois qu'on devrait pousser pour faire réaliser certains de ces grands projets immédiatement parce qu'à mon avis, on se trouve à se protéger contre l'inflation dans l'avenir. Mais j'aimerais que M. Bell nous parle des aspects techniques et financiers des installations marémotrices.

M. Bell: Il y a divers moyens d'amener les provinces Maritimes à produire de l'énergie autrement qu'à partir du pétrole. On peut utiliser davantage le charbon et la Commission de l'énergie de la Nouvelle-Écosse étudie la possibilité de convertir certaines de ses usines qui utilisent du pétrole pour les mettre au charbon. Le Nouveau-Brunswick étudie aussi la possibilité de convertir du pétrole au charbon son usine de Coleson Cove.

Il est possible d'augmenter les importations d'énergie de l'Hydro-Québec dans les Maritimes. Il y a un goulot d'étranglement à Eel River, mais la distribution peut être améliorée pour augmenter l'approvisionnement en électricité provenant de l'Hydro-Québec. On a aussi étudié la possibilité de mettre en valeur les basses chutes Churchill en orientant une partie de la production vers l'exportation, passant par la province de Québec et jusque dans les Maritimes.

Une autre solution, si un gazoduc peut être construit d'ici quelques années, serait d'utiliser le gaz naturel pour produire de l'électricité pendant que le marché intérieur prend de l'ampleur. Toutes ces propositions, y compris l'énergie marémotrice de la baie de Fundy, doivent être étudiées dans le cadre de la recherche de moyens pour remplacer le pétrole que l'on utilise présentement pour produire de l'électricité dans les Maritimes.

[*Text*]

• 1135

Mr. Portelance: Well, this is certainly renewable energy. When we are talking about the vital gas or coal or any of the other examples that you give there, they are not necessarily renewable.

Mr. Bell: That is right.

Mr. Portelance: Thank you, Mr. Chairman.

The Chairman: Mr. Clay, I believe, has some questions.

Mr. D. N. Clay (Project Manager for the Committee): Thank you, Mr. Chairman. Early this morning, Mr. Scotchmer provided the committee with the crude oil balance for Canada in the first six months of 1980. I was wondering if he could as easily give us the liquid hydrocarbon balance for the first six months of this year, crude oil products and gas liquids. If not, we could pursue that apart from the hearing.

Mr. Edge: Or we can file it. If he has not got it with him, we will file it as soon as we can get it. Do you have that, Mr.Scotchmer?

Mr. Scotchmer: Yes. They will not all be statistics. Some of them will be operating systems. Some of the numbers will have relevance to any particular balance you want to make. They are not available as statistics. But if you could let us know what you want, we can provide it.

Mr. Clay: Okay. I will contact you separately on that point then. Turning now to your figure 2.1 on page 2-7, I realize that you are not in a position at this stage to supplant this forecast with something more recent, but are you willing to discuss some trends that might have change from the time that this figure was produced?

Mr. Edge: Why not try your question and we will see what it is.

Mr. Clay: In the two years since the information was compiled for this, do you see events indicating that the demand for crude oil and equivalent will be less than you had earlier forecast?

Mr. Edge: Mr. Scotchmer?

Mr. Scotchmer: Yes, I think so.

Mr. Clay: Because one of the interesting features of the graph was that, apart from the supply of frontier oil, your earlier forecast had the supply shortfall not only expanding throughout this decade but continuing to grow until at least the middle of the nineteen nineties.

On the supply side, again a number of things have happened since this chart was prepared. For one thing, I imagine that reserve additions would look more favourable now in light of the large price increases that have been happening since 1978, and also I presume that enhanced recovery would look more promising than it did at the time this was prepared. On the other hand, we seem to be making it difficult to build oil sands

[*Translation*]

M. Portelance: Il s'agit certainement d'une énergie renouvelable. Par ailleurs, quand on parle des ressources essentielles que sont le gaz et le charbon ou d'autres encore, il ne s'agit pas nécessairement de ressources renouvelables.

M. Bell: C'est exact.

M. Portelance: Merci, monsieur le président.

Le président: M. Clay, sauf erreur, voudrait poser des questions.

M. D. N. Clay (directeur de projet pour le comité): Merci, monsieur le président. Ce matin, M. Scotchmer a donné au comité la balance du pétrole brut pour le Canada au cours des six premiers mois de 1980. Pourrait-il nous fournir aussi facilement la balance des hydrocarbures liquides pour les six premiers mois de cette année, c'est-à-dire les pétroles bruts et les gaz liquides. Sinon, nous obtiendrons le renseignement en dehors d'une séance du comité.

M. Edge: Ou nous pourrions déposer le document. S'il n'a pas le renseignement ici, nous déposerons un rapport aussitôt que possible. Avez-vous le renseignement, monsieur Scotchmer?

M. Scotchmer: Oui. Il ne s'agit pas exclusivement de statistiques. Dans certains cas, il s'agit de systèmes en exploitation. Certaines des données devraient se rapporter à toute balance que l'on voudrait établir, mais elles ne sont pas disponibles sous la forme de statistiques. Mais si vous voulez bien nous dire exactement ce que vous voulez, nous vous le fournirons.

M. Clay: Très bien. Je vous en parlerai séparément. Passons maintenant à la figure 2.1 de votre page 2-7, je sais que vous n'êtes pas en mesure, en ce moment, de réviser cette prévision au moyen de données plus récentes, mais êtes-vous disposé à parler de certaines tendances qui pourraient avoir changé depuis que vous avez produit cette figure?

M. Edge: Pourquoi ne pas poser votre question? Nous verrons ce que nous pouvons faire.

M. Clay: Dans les deux années depuis que les données ont été compilées pour produire cette figure, s'est-il produit des événements qui vous portent à croire que la demande de pétrole brut et de produits équivalents sera inférieure à ce que vous aviez prévu?

M. Edge: Monsieur Scotchmer?

M. Scotchmer: Oui, je le crois bien.

M. Clay: L'un des aspects intéressants de ce graphique, c'est qu'à part le pétrole provenant des régions éloignées, d'près vos premières prévisions, l'insuffisance de l'approvisionnement devait non seulement s'accentuer au cours de la présente décennie, mais continuer à s'élargir au moins jusqu'au milieu des années 90.

Du côté des approvisionnements, un certain nombre de choses se sont produites depuis la préparation de ce graphique. En particulier, j'imagine que les réserves additionnelles doivent sembler aujourd'hui plus prometteuses à la lumière des fortes augmentations de prix qui se sont produites depuis 1978 et j'imagine aussi que les méthodes de récupération s'annoncent meilleures qu'au moment de la préparation du graphique. Par

[*Texte*]

plants. Do you have any feeling over all whether your total supply curve is likely to move up or down from what you had previously forecast?

Mr. Edge: Before we respond on that, there are two asterisks on that chart on page 2-7, one on the right side and one on the left. I think the text is on page 2-6 about two inches up from the bottom which indicates that the demand for oil is now less than we thought. The last sentence on the large paragraph reads:

> The significance of the demand reduction for oil can be seen from the circled asterisk on the vertical scale at the right of Figure 2.1.

And on the supply side, it says in the paragraph above that:

> The actual productive capacity for 1981 is shown as the circled asterisk on the vertical scale at the left of Figure 2.1. This adjustment to supply affects only the first few years of the forecast.

Perhaps Mr. Vollman may then want to continue.

Mr. Vollman: I think I can comment directionally on some of the things that could affect the supply. I will start with oil sands; it is probably the easiest to discuss. The forecast we have shown here assumes that the next major plant would commence operation in 1987, followed by another major plant in 1988.

Mr. Edge: Is that beyond the oil sands plant do you mean?

Mr. Vollman: No, when I say the next major plant, I mean either Alsands or Esso Cold Lake.

Mr. Edge: Thank you.

Mr. Vollman: The next plant beyond the two that are in operation now. So we forecast the first one in 1987 and the second one in 1988.

The Chairman: That would be a total of four?

Mr. Vollman: Yes.

Mr. Gurbin: Is that still possible?

Mr. Vollman: I think that schedule is still possible providing pricing agreements are reached before next summer. I think they could adhere to that schedule. The board in making its forecasts in 1978 had allowed some slippage. We had booked the plants a little later than the submitters on average had thought. So to put it in general terms, there is enough padding in here that I think now it could be realistic, on the condition that agreements are reached by next summer and work can proceed during the next winter season.

• 1140

We had also included a Syncrude expansion in 1985. Because of problems they have had getting that plant running

[*Traduction*]

ailleurs, nous semblons rendre difficile la construction des usines de traitement des sables bitumineux. Avez-vous une sorte d'impression générale que pour ce qui est du total des approvisionnements, la courbe devrait monter ou baisser par rapport à ce que vous aviez déjà prévu?

M. Edge: Avant de répondre à cette question, j'aimerais vous signaler qu'il y a deux astérisques dans le graphique de la page 2-7, l'un à droite, l'autre à gauche. Le texte figure à la page 2-6, à peu près à deux pouces du bas de la page où il est dit que la demande de pétrole est maintenant inférieure à ce que nous avions pensé qu'elle serait. Voici la denière phrase du dernier alinéa:

> L'importance de la réduction de la demande de pétrole se manifeste à partir de l'astérisque encerclé, sur l'échelle verticale, à la droite de la figure 2.1.

Et pour ce qui est de l'approvisionnement, il est dit dans l'alinéa précédent:

> La véritable capacité de production pour 1980 est indiquée par l'astérisque encerclé sur l'échelle verticale à la gauche de la figure 2.1. Cette correction des approvisionnements ne touche que les premières années de la prévision.

M. Vollman voudra peut-être présenter d'autres commentaires.

M. Vollman: Je pourrais passer en revue certaines des choses qui pourraient modifier les approvisionnements. Pour commencer, les sables bitumineux, parce que c'est plus facile à expliquer. La prévision que nous indiquons ici suppose que la prochaine grande installation entrerait en exploitation en 1987, suivie par une autre installation majeure en 1988.

M. Edge: A part les usines de traitement des sables bitumineux?

M. Vollman: Non, quand je parle de grande installation, je pense à Alsands ou à l'usine d'Esso à Cold Lake.

M. Edge: Merci.

M. Vollman: Je parle de la prochaine installation qui pourrait entrer en exploitation, à part les deux qui fonctionnent déjà. Nous en prévoyons donc une en 1987 et l'autre en 1988.

Le président: Donc, quatre en tout.

M. Vollman: Oui.

M. Gurbin: Est-ce encore possible?

M. Vollman: Je crois que les calendriers d'aménagement sont encore possibles à condition qu'une entente sur les prix intervienne avant l'été prochain. Je crois qu'on pourrait respecter les échéances. En faisant ses prévisions de 1978, l'Office avait fait la part d'un certain décalage. Nous avions prévu la mise en exploitation des usines un peu plus tard que les soumissionnaires, en moyenne. De façon générale, il y a assez de jeu et les échéances sont encore réalistes, à la condition que les ententes soient conclues avant l'été prochain et que les travaux commencent pendant le prochain hiver.

Nous avions également inclus une expansion de Syncrude en 1985. A cause des problèmes rencontrés à cette usine, il

[*Text*]

smoothly, that could slip a year, too. So in terms of looking at the mid nineteen eighties, I think the forecast is reasonable. I certainly would not expect it to be any higher than that for oil sands.

In the case of reserves additions, the additions we have seen in the last two years were pretty much on track with what we had predicted. The National Energy Program contains some provisions for stimulating enhanced oil recovery. We are looking at those. On close examination one finds that a lot of the mechanics have not been put into place, so it is difficult to determine just what effect it will have on the "O.R.".

Mr. Edge: On enhanced oil recovery, the board is presenting a comprehensive brief to the Senate Committee on Northern Pipelines next week I believe.

Mr. Vollman: On December 16, 1980.

Mr. Edge: December 16. As soon as that brief has been submitted, we would be happy to make copies available to you, if it will be of any help. It does contain some board forecasts of enhanced oil recovery.

The Chairman: That would be appreciated, Mr. Edge.

Mr. Clay: So I gather what you are saying is that it is still possible for this supply curve to be exceeded if things were to go favourably.

Mr. Vollman: Yes, I think it is possible to exceed this. Of course, as you pointed out at the beginning, at the time the board made this forecast it did not include any frontier oil, and it will have to look very carefully during the course of the present inquiry at the prospects at Hibernia, and possibly also Kopanoar as early contributions to our oil supply.

Mr. Clay: Why is the actual figure for the productive capacity in 1980 below what you had forecast two years earlier? Was that because we produced more crude oil last year than was anticipated and lowered the over-all supply curve?

Mr. Vollman: No. The principal reason for that is that during the mid nineteen seventies, of course, production in western Canada had been prorated to somewhere around 75 per cent of what we thought the capacity was. Now if you are not testing the oil pools at their capacity, it is difficult to determine just how much they could produce when they are turned wide open. In 1979-1980 when we called upon that unused capacity, it was not there in the quantities we had tought it would be. It fell slightly short. That was the largest contributor to the reduction. Oil sands production was also slightly down from what we had forecast. This inability to produce at the peak rates we had expected has no ramification on reserves. We have not lowered the reserves or anything, as a result of that.

Mr. Clay: It is the rate to which you can extract them.

Mr. Vollman: It is just a rate at which it could be produced.

Mr. Clay: So, in other words Canada is essentially producing at very nearly its productive capacity at the present time?

[*Translation*]

pourrait y avoir ici un retard d'une année. Je crois donc que la prévision est raisonnable quand on parle du milieu des années 80. Je ne crois certainement pas que ce sera bien plus tard pour les sables bitumineux.

Pour ce qui est des réserves additionnelles, ce qui s'est ajouté depuis deux ans correspondait à peu près exactement à ce que nous avions prévu. Le programme énergétique national contient certaines incitations à la récupération du pétrole. Nous examinons ces questions de près et nous voyons que beaucoup des mécanismes nécessaires ne sont pas encore en place de sorte qu'il est difficile de déterminer exactement quels seront les effets pour la récupération.

M. Edge: Au sujet des méthodes améliorées de récupération, l'Office présente un long mémoire au comité sénatorial des pipe-lines du Nord la semaine prochaine, sauf erreur.

M. Vollman: Le 16 décembre 1980.

M. Edge: Le 16 décembre. Dès que ce mémoire aura été présenté, nous serons heureux de vous en faire parvenir des exemplaires, si cela peut vous être utile. Il contient certaines prévisions de l'Office au sujet de la récupération du pétrole.

Le président: Cela nous serait utile, monsieur Edge.

M. Clay: Ce que vous dites, en fait, c'est qu'il serait encore possible que la courbe des approvisionnements soit dépassée si les choses vont bien.

M. Vollman: Oui, il est possible de dépasser les prévisions. Mais comme vous l'avez signalé au début, lorsque l'Office a établi ses prévisions, il n'a pas inclus le pétrole des régions éloignées et c'est pourquoi l'enquête présentement en cours devra examiner très attentivement la possibilité que le puits Hibernia et peut-être aussi Kopanoar commencent à nous fournir bientôt du pétrole.

M. Clay: Pourquoi le chiffre précis de la capacité de production en 1980 est-il inférieur à ce que vous aviez prévu il y a deux ans? Est-ce parce que nous avons produit l'an passé plus de brut que ce que nous avions prévu, ce qui a abaissé la courbe générale des approvisionnements?

M. Vollman: Non. La principale raison, c'est que vers le milieu des années 70, la production dans l'Ouest canadien avait été établie au prorata d'environ 75 p. 100 de ce que nous pensions être la capacité de production. Or, si les bassins pétroliers ne sont pas analysés à leur pleine capacité, il est difficile de dire exactement combien ils pourraient produire s'ils fonctionnaient à plein rendement. En 1979-1980, quand nous avons fait appel à cette marge de capacité qui n'était pas utilisée, les quantités étaient moins considérables que ce que nous avions prévu. Il y en avait moins. C'est ce qui a le plus contribué à la réduction. La production des sables bitumineux était aussi un peu inférieure à notre prévision. Cette production inférieure au rythme de pointe que nous avions prévue n'influe en rien sur les réserves. Nous n'avons pas diminué les réserves à cause des résultats obtenus.

M. Clay: C'est le rythme auquel on peut extraire le pétrole.

M. Vollman: C'est le rythme auquel il pourrait être produit.

M. Clay: Autrement dit, le Canada produit présentement presque à sa pleine capacité de production?

[*Texte*]

Mr. Vollman: We are producing at capacity in 1980. I believe there have been three months this year where we have had some slight prorationing in Alberta.

Mr. Clay: I understand that in the hearings that are going on now, the National Energy Board will not be making any direct input to forecasting alternative energy, but I understand you have invited your submitters to make any comments that they feel prepared to voice.

Mr. Edge: We will be appraising it and we will include those in our forecast, yes.

Mr. Clay: But you will not make your own estimates, will you?

Mr. Edge: Yes, when we have heard all the evidence.

Mr. Clay: I see.

Mr. Edge: That will be in May, I guess, before the public.

Mr. Clay: Another element that is of interest to the committee although not quite related to its mandate, is the strategic element in Canada and, in particular, the effect that this has in the Atlantic region.

Now I understand that Canada is supposed to maintain a 90-day supply of oil under the provisions of the IEA agreement at this time. But, I also understand that we have no dedicated storage for this purpose; that normal tankage and pipeline fill is considered to be adequate to satisfy the IEA requirement. So two questions come to mind: for Canada as a whole, are we actually now meeting the IEA commitment to have 90-day storage of oil within our country? Second, on a regional basis, are we in fact meeting that? There is some suspicion that Atlantic Canada does not have those supplies, and we have no adequate mechanism for moving into that region of the country in an emergency.

• 1145

Mr. Edge: I will ask Mr. Scotchmer if he is able to reply. It is outside the board's normal area. Mr. Scotchmer, are you able to reply?

The Chairman: Mr. Scotchmer.

Mr. Scotchmer: I will need a couple of minutes to see whether or not we have it here.

Mr. Clay: I could raise another point, in the meantime.

Mr. Edge: We can provide that by a written response if that would be helpful to you.

Mr. Scotchmer: Let us just say that we do have information up to the end of the first quarter. I do not have it in a form such that I can reply to your question. I have it by individual product, which varies. But we can let you have that. We are meeting the IEA's requirement.

Mr. Clay: Okay, I will pose one more question then. It has already been alluded to, but it was suggested to the committee

[*Traduction*]

M. Vollman: Nous produisons à notre pleine capacité en 1980. Je crois qu'il y a eu trois mois cette année où il y a eu certaines productions au prorata en Alberta.

M. Clay: Si je comprends bien, au cours des audiences en cours, l'Office national de l'énergie en fera aucune prévision précise en ce qui concerne l'énergie de remplacement, mais vous avez demandé à vos témoins d'y aller de leurs commentaires et observations.

M. Edge: Nous en ferons une appréciation et nous les inclurons dans nos prévisions.

M. Clay: Mais vous ne ferez pas vos propres estimations, n'est-ce pas?

M. Edge: Oui, quand nous aurons entendu tous les témoignages.

M. Clay: Je vois.

M. Edge: J'imagine que ce sera rendu public vers le mois de mai.

M. Clay: Un autre élément qui intéresse le comité, même si ce n'est pas tout à fait de son mandat, c'est l'élément stratégique au Canada, et en particulier les effets que cela peut avoir dans la région atlantique.

Or je crois savoir que le Canada est censé maintenir un approvisionnement de pétrole de 90 jours en vertu de l'entente internationale. Je sais par ailleurs que nous n'avons aucun entreposage réservé à cette fin et que le pétrole contenu normalement dans les bassins et dans le pipe-line est suffisant pour satisfaire aux exigences de l'entente internationale. Deux questions me viennent à l'esprit. Pour le Canada dans son ensemble, répondons-nous en ce moment aux exigences internationales qui prévoient cet approvisionnement de 90 jours dans le pays? Deuxièmement, sur le plan régional, répondons-nous à ce besoin? On peut être portés à se demander si la région de l'Atlantique dispose des approvisionnements nécessaires et nous n'avons aucun mécanisme satisfaisant pour transporter le pétrole dans cette région en cas d'urgence.

M. Edge: Je vais demander à M. Scotchmer s'il est en mesure de répondre. Cela ne fait pas partie du domaine habituel de l'Office. Monsieur Scotchmer, êtes-vous en mesure de répondre?

Le président: Monsieur Scotchmer.

M. Scotchmer: J'aurais besoin de quelques minutes pour voir si nous avons le renseignement ici.

M. Clay: Je pourrais soulever un autre point, en attendant.

M. Edge: Nous pourrons vous fournir une réponse écrite, si cela peut vous être utile.

M. Scotchmer: Je puis vous dire que nous avons le renseignement pour jusqu'à la fin du premier trimestre. Je ne l'ai pas cependant dans une forme qui permette de répondre à votre question. J'ai les données par produits et il y a des variations. Mais nous pouvons vous donner ces renseignements et vous dire que nous répondons aux exigences de l'entente internationale.

M. Clay: Très bien et dans ce cas, je poserai une autre question à laquelle il a déjà été fait allusion. Dans la région de

[*Text*]

in Atlantic Canada that, rather than granting export licenses for natural gas, if the pipeline is extended into the Atlantic region, in order to have a sufficient market to make it economically justifiable, that utilities in Atlantic Canada—Nova Scotia and New Brunswick specifically—might, for a period of several years, burn natural gas to generate electricity and thus provide a larger market initially. Is this really a feasible alternative, from a utility's point of view, switching to natural gas and then a relatively few years later switching off it again? Would this look good from their perspective?

Mr. Edge: I will reply first and Mr. Bell will then continue.

The hearing is in Halifax tomorrow and this point is being specifically addressed in that hearing as a prelude to dealing with it more definitively in the revised application for the TQ&M pipeline which will take place presumably in February. Mr. Bell can now respond to the technical feasibility of this.

Mr. Bell: From the technical point of view, it is fairly simple to convert from oil to natural gas. There are not extensive changes to make. So, if gas were available, then this could be carried out. Gas could be used for a few years before they continued with their long range plan to convert to coal. However converting to coal does present more technical problems because the boilers should be of a much larger volume. The tendency is for the capacity of the plant to be reduced when it is converted from oil-fired generation to coal-fired.

Mr. Clay: The next question might be too hypothetical, but you can tell me if you do not want to answer it. Would it, do you think, be more appropriate for a utility in Atlantic Canada to look at burning natural gas in the interim or a coal-oil mixture and subsequently go to coal?

Mr. Bell: I presume that the utilities will want to look at the costs. If they can get gas at a price which, in the long run, is cheaper than coal or coal-oil, then they would probably decide, on an economic basis, that they would like to use gas.

Mr. Edge: it depends also on what price they use for the oil: Is it the real cost of oil to Canada or is it the price we now pay which is being subsidized.

Mr. Clay: Yes. Do you regard the currrent domestic price as high enough to justify the cost in developing the refining capability to process our heavy crude oils within Canada?

Mr. Edge: Are you talking about the $30 escalated price?

Mr. Clay: Well, at the present time today, if, for example, we asked Petro-Canada, or any other refinery, to handle these heavy crudes, would it be feasible now or does the price of oil have to be somewhat higher?

[*Translation*]

l'Atlantique, on a fait une proposition au comité. Si le pipe-line doit être prolongé jusque dans la région atlantique, a-t-on dit, au lieu d'accorder des permis d'exportation de gaz naturel, et afin d'avoir un marché suffisant pour le rendre économiquement rentable, on a proposé que les utilités publiques de la région atlantique, de la Nouvelle-Écosse et du Nouveau-Brunswick en particulier, soient tenues, durant plusieurs années, d'utiliser du gaz naturel pour produire de l'électricité, créant ainsi dès le début un marché plus important. Dans l'optique des services d'utilité publique, serait-ce là une bonne solution? Je veux dire qu'ils devraient d'abord utiliser du gaz naturel pendant quelques années, puis passer à autre chose par la suite. De leur point de vue, serait-ce une bonne solution?

M. Edge: Je vais répondre d'abord, puis je demanderai à M. Bell de fournir d'autres renseignements.

Les audiences ont lieu à Halifax demain et il sera précisément question de cette solution comme préambule à l'étude plus définitive de la demande révisée de pipe-line présentée par la TQ et M qui devrait avoir lieu au mois de février. M. Bell peut maintenant parler des aspects techniques de la solution envisagée.

M. Bell: Sur le plan technique, il est assez simple de passer du pétrole au gaz naturel. Les changements essentiels ne coûtent pas très cher. Si le gaz était disponible, cette solution pourrait être adoptée. Pendant quelques années, on pourrait utiliser du gaz en attendant de passer à la réalisation du plan à long terme qui prévoit l'utilisation du charbon. Toutefois, la transposition au charbon pose certains problèmes techniques parce que les chaudières doivent être bien plus considérables. D'habitude, la capacité d'ne centrale diminue quand elle passe du pétrole au charbon.

M. Clay: Ma prochaine question est peut-être trop hypothétique, mais si vous ne pouvez répondre, vous me le direz. A votre avis, serait-il préférable pour un service d'utilité publique de la région atlantique d'envisager le gaz naturel comme solution provisoire au lieu d'utiliser pendant quelque temps le pétrole et le charbon pour ensuite passer au charbon exclusivement?

M. Bell: J'imagine que les services d'utilité publique voudront examiner les coûts. S'ils peuvent obtenir le gaz à un prix qui, à la longue, est moins élevé que celui du charbon ou d'un mélange charbon-pétrole, ils voudront probablement décider, pour des raisons économiques, d'utiliser le gaz.

M. Edge: Tout dépend également du prix qu'ils utilisent pour calculer le coût du pétrole. Est-ce le prix que le pétrole coûte réellement au Canada ou est-ce le prix que nous payons et qui est subventionné?

M. Clay: Oui. Considérez-vous que le prix intérieur est assez élevé pour justifier les coûts d'aménagement de nouvelles raffineries afin de traiter notre pétrole brut au Canada?

M. Edge: Parlez-vous du prix augmenté de $30?

M. Clay: Si aujourd'hui, par exemple, on demandait à Petro-Canada ou à une autre raffinerie de traiter nos pétroles bruts, est-ce que ce serait rentable maintenant ou faudrait-il que le prix du pétrole augmente encore un peu?

[*Texte*]

Mr. Edge: Just let me check. The price of heavy crude is what in the NEB... ? It is $38 for oil sands, I know, escalated. I have heard thoughts expressed on whether the escalator will be adequate or not because the escalation in construction costs, for example, in Alberta have outpaced the level of inflation generally in the country. I have heard doubts expressed as to whether, for example, the $38 is adequate for tar sands and the related plants. I think that is an open question, but I think the Department of Energy, Mines and Resources are more tied in to those discussions. The board is not tied in to them, but I have certainly heard those reservations expressed, particularly on the escalator.

• 1150

Mr. Clay: Mr. Chairman, the rest of my questions are primarily concerned with statistics, so I will contact Mr. Gilmour separately to pursue those.

The Chairman: All right, Mr. Clay.

On behalf of the members I wish to thank Mr. Edge and all his officials. I do not think you ran into a question you could not answer, so my misgivings at the beginning were not as serious as the members thought. I am sure Mr. Clay will be in contact with you. We have appreciated your presence here, thank you very much.

Mr. Edge: Thank you, Mr. Chairman.

The Chairman: We will adjourn until 3.30 this afternoon, in this room, we hope.

AFTERNOON SESSION

Tuesday, December 9, 1980

• 1545

The Chairman: I now call this meeting to order. We are pleased to welcome this afternoon Dr. Ken Hare, of the University of Toronto. I had the pleasure of meeting Dr. Hare for the first time a few minutes ago, and I understand you have two or three papers with you that you would like to quote from. This will take fifteen or twenty minutes, I believe, and after that we can question you. Furthermore, if I understood our conversation correctly, you will table the documents with the committee from which you are quoting if so requested. Is that correct?

Dr. Ken Hare (Private Citizen): Yes, sir, that is correct.

The Chairman: Thank you, then the floor is yours, sir.

Mr. Hare: Thank you, sir. I am responding, of course, to a request from Mr. Normand to appear. I did not thrust myself forward. I have been aware of the work of your committee but it did not occur to me that I had anything useful to say to it. If you do not like what I say, I can only put the blame on Mr. Normand's shoulders, but if you do, well then give him the credit.

The Chairman: He is the smallest one here.

Mr. Hare: Perhaps I might just introduce myself very briefly. My concern is with energy. I am concerned with the

[*Traduction*]

M. Edge: Laissez-moi vérifier. Quel est le prix du pétrole lourd pour l'Office? Je sais que pour les sables bitumineux, le prix augmenté est de $38. J'ai entendu des gens se demander si l'augmentation prévue sera suffisante ou non, vu que l'augmentation des coûts de construction, en Alberta, par exemple, a dépassé le rythme général de l'inflation au pays. J'ai entendu des gens se demander si, par exemple, le prix de $38 est suffisant pour les sables bitumineux et pour les usines de traitement. La question est à l'étude, mais le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources est plus au courant que nous. L'Office n'a pas à s'occuper de ces questions, mais j'ai entendu des réserves au sujet, en particulier, de l'augmentation prévue.

M. Clay: Monsieur le président, mes autres questions portent surtout sur la statistique. Je communiquerai donc avec M. Gilmour pour obtenir les renseignements.

Le président: C'est très bien, monsieur Clay.

Au nom des membres du comité, je veux remercier M. Edge et tous ses collègues. Il n'y a pas eu une seule question pour laquelle vous n'aviez pas une réponse, de sorte que mes inquiétudes du début de la séance n'étaient pas aussi graves qu'on le pensait. Je suis certain que M. Clay communiquera avec vous. Votre présentation nous a été utile et nous vous remercions beaucoup.

M. Edge: Merci, monsieur le président.

Le président: Nous ajournons nos travaux jusqu'à 3 h 30 cet après-midi. J'espère que nous reprendrons la séance dans la même salle.

SÉANCE DE L'APRÈS-MIDI

Le mardi 9 décembre 1980

Le président: A l'ordre, s'il vous plaît. Nous sommes heureux d'accueillir cet après-midi le professeur Ken Hare, de l'Université de Toronto. J'ai eu le plaisir de rencontrer M. Hare tout à l'heure et il m'a dit qu'il avait apporté deux ou trois documents et qu'il aimerait les citer. Cette lecture prendra de 15 à 20 minutes et ensuite, nous pourrons lui poser des questions. Et si j'ai bien compris, vous déposerez les documents cités si le comité vous le demande. Est-ce exact?

M. Ken Hare (citoyen): Oui, c'est exact.

Le président: Merci. Je vous donne la parole.

M. Hare: Merci, monsieur le président. Si je viens vous rencontrer, c'est à la demande de M. Normand. Je ne me suis pas moi-même mis de l'avant. J'étais au courant des travaux de votre comité, mais il ne me semblait pas que ma présence ici pourrait vous être utile. Si vous n'aimez pas ce que je vais dire, je ne pourrai que blâmer M. Normand. Mais si vous l'aimez, c'est à lui que vous devrez des remerciements.

Le président: Il est le plus petit du groupe.

M. Hare: Permettez-moi, d'abord, de me présenter. Je m'occupe de l'énergie. Je me préoccupe surtout du rapport

[*Text*]

relationship between energy use and environmental affairs and I am particularly concerned with carbon in the atmosphere. I am a climatologist by specialization. I have a long association with the American Research Foundation for Resources for the Future; I have been a director for the past 12 years. We have been, as a body, concerned with the efficiency of energy use in this country and others. Finally, in this country I have been thrust into the energy scene by being asked to do jobs for which I was not fully competent, many times. Most recently, I was the chairman of the federal inquiry into nuclear waste disposal. The last time I testified in this building was indeed on that subject.

• 1550

Mr. Chairman, it seems to me the question of moving out of oil into some alternative is a question of the utmost importance from the point of view of environmental quality. It touches so many of my own concerns that naturally I have a very strong interest in what this committee is going to recommend. The point is that world climate, which is my major interest, to a very large extent is—the word "controlled" is not the word, but let us say "modulated" or influenced by the presence of carbon in the atmosphere. The main source of carbon entering the atmosphere at the present time is the consumption of hydrocarbons, and secondarily coal. If the mix is altered or if the over-all use of fossil materials is altered, then that has implications for world climate and it has implications, for that reason, for agriculture, forestry, and other forms of natural resource management.

I do not know whether this committee has heard expert testimony on this subject or not, but may I just state the facts as I know them, and please stop me if you have heard all this before.

The present world consumption of fossil fuels is running, I think, at about 5.56 billion tons of carbon. Canada's contribution to that is trivial, but it is still there.

The Chairman: You said 5.56 billion tons?

Mr. Hare: Yes, 5.56 billion tons of carbon.

The Chairman: Per year?

Mr. Hare: Per year. That is the best estimate I can make of the world consumption, and that is in carbon content, because some of it is almost pure carbon—the hard coals—some of it is impure hydrocarbons. But the best thing to do is to reduce it to carbon. It is something in the order of 5.56 billion tons.

That enters the atmosphere. The atmosphere contains, again in round figures, about 713 billion tons of carbon. If you do the arithmetic, that means then that the effect of burning the fossil fuels is adding carbon to the atmosphere at the rate of about 3 per cent per decade; the amount is increasing or is being added at the amount of about 3 per cent per decade.

I must correct that figure slightly. That is the amount that remains in the atmosphere: 3 per cent per decade of the store. About half of it leaves the atmosphere, entering probably the

[*Translation*]

entre l'énergie utilisée et l'environnement, et tout particulièrement je me préoccupe du carbone dans l'atmosphère. Je suis spécialisé en climatologie. Je travaille depuis longtemps avec l'American Research Foundation for Resources for the Future; je suis membre du comité de direction depuis 12 ans. C'est un organisme qui se préoccupe de l'efficacité avec laquelle l'énergie est utilisée dans notre pays et ailleurs. Enfin, au Canada, je suis devenu une sorte de vedette du domaine de l'énergie parce qu'on m'a souvent demandé de faire des choses pour lesquelles je n'étais pas entièrement compétent. Tout récemment, j'ai été président de l'enquête menée par le fédéral sur l'enfouissement des déchets nucléaires. La dernière fois que j'ai témoigné dans cet immeuble, c'était justement à ce sujet.

Monsieur le président, il me semble que le passage du pétrole à une autre solution énergétique est une question de la plus haute importance du point de vue de la qualité de l'environnement. Cela touche à tellement d'aspects de ma spécialisation, que je m'intéresse très vivement, il va sans dire, aux recommandations que pourrait faire votre comité. Le fait est que le climat mondial, mon premier point d'intérêt, est dans une très large mesure non pas contrôlé, ce n'est pas le bon mot, mais disons modulé ou influencé par la présence du carbone dans l'atmosphère. A l'heure actuelle, le carbone qui entre dans l'atmosphère vient surtout de la consommation des hydrocarbures et deuxièmement du charbon. Si le mélange est modifié ou si l'utilisation générale de matériaux fossiles est changée, il en découle des conséquences pour le climat mondial et, il va sans dire, pour l'agriculture, pour les forêts et pour d'autres formes de gestion de nos ressources naturelles.

J'ignore si le comité a déjà entendu des témoignages d'experts dans ce domaine, mais je compte exposer les faits comme je les connais. Veuillez m'arrêter si vous avez déjà entendu ces choses.

A l'heure actuelle, la consommation de combustibles fossiles s'établit à environ 5.56 milliards de tonnes de carbone. La contribution du Canada est plus ou moins marginale, par rapport au total, mais elle existe.

Le président: Vous avez dit 5.56 milliards de tonnes?

M. Hare: Oui, 5.56 milliards de tonnes de carbone.

Le président: Par année?

M. Hare: Par année. C'est la meilleure estimation que je puisse faire de la consommation mondiale, et il s'agit du contenu en carbone, car il y a certains carbones purs, comme les charbons durs, et certains hydrocarbures impurs. Mais c'est plus simple, si on parle seulement de carbone. Il s'agit en fait d'environ 5.56 milliards de tonnes.

Cela entre dans l'atmosphère qui contient, elle, en chiffres ronds, environ 713 milliards de tonnes de carbone. En faisant un simple calcul, on constate que l'utilisation de combustibles fossiles ajoute du carbone à l'atmosphère au rythme d'environ 3 p. 100 par décennie. Le montant global augmente ou est augmenté au rythme d'environ 3 p. 100 par décennie.

Je dois corriger ce chiffre quelque peu. Il s'agit là du montant de carbone qui demeure dans l'atmosphère: 3 p. 100 de la réserve par décennie. Environ la moitié quitte l'atmos-

[*Texte*]

ocean. So I might just repeat that for the sake of clarity: 5.56 billion tons added by burning, cars, furnaces, and all forms of fossil-fuel consumption, to a store of 713 billion in the atmosphere, about half of what we add, a little over 2.5 billion, remains in the atmosphere.

Those are gigantic figures and they mean as little to me as they must to you in gut reaction, but they are the figures that are responsible for a steady build-up in atmospheric carbon-dioxide which has been going on since the nineteenth century and which shows no signs of petering out. Every year there is another something like 2.5 billion tons of carbon in the atmosphere—and this is a real one which you do not need to rely on opinion about. It is being measured. It is being carefully monitored.

• 1555

If you switch out of oil into coal, or you are out of high-grade oil into low-grade oil, such as the tar sands—if you make either of those switches, you automatically increase the carbon burden on the atmosphere because of the inefficiency of the alternative forms of hydrocarbons by comparison with the clean types of oil we use today, the high-grade types of oil we use today. So a shift out of high-grade crude oil as the source for our fuels into other forms of hydrocarbons like the tar sands and the heavy oils, and of course into coal, which is, I am aware, on the fringes of your responsibility only, from the standpoint of those who worry about world climate is an alarming development. The oil and natural gas are comparatively clean, from our standpoint. If there is a move in the direction of coal and the heavy oils, then that increases the burden we are putting upon the atmosphere.

If on the other hand you move out of oil into the forms of energy development which have been widely discussed, I am sure, by this committee, such as biomass development—biomass particularly—or, obviously, into hydro or into any other form of energy which does not involve the release of carbon, then from my standpoint as a climatologist the result is a very strong gain. That is the reason, then, why I say I have a strong professional interest in seeing to it that if we do ultimately move out of an oil economy on a world basis, we move in a direction which does not actually upset the environmental applecart too much.

From the point of view of this country, Mr. Chairman, we are, as I said a few moments ago, a very small player in the league as far as consumption is concerned, although we are per capita, as you well know, very large players. We are perhaps the least efficient users of energy on the face of the earth. Nevertheless, we have a very major stake in the stability of world climate and we do have within our country the means to make a rather significant contribution to the control of future climates. Let me ask the question why this is important.

[*Traduction*]

phère pour entrer probablement dans l'océan. Donc, je me répète, pour que ce soit bien clair: 5.56 milliards de tonnes sont ajoutées par les échappements des voitures, des chaudières et par toute la consommation de combustible fossile, à une réserve de 713 milliards de tonnes qui est dans l'atmosphère. Et sur ce total qui est ajouté, à peu près la moitié, soit 2.5 milliards de tonnes, demeure dans l'atmosphère.

Ce sont là des chiffres gigantesques qui ne vous troublent probablement pas beaucoup plus que moi, mais en fait ce sont les chiffres qui sont responsables de l'augmentation soutenue de la réserve atmosphérique d'acide carbonique, augmentation qui se produit depuis le 19e siècle et qui ne montre aucun signe de ralentissement. Chaque année, 2.5 milliards de tonnes de carbone s'ajoutent à l'atmosphère. C'est un chiffre au sujet duquel on n'a pas à formuler une opinion. C'est une chose qui est mesurée et soigneusement contrôlée.

Si l'on passe du pétrole au charbon, ou si l'on passe du pétrole riche au pétrole pauvre comme celui des sables bitumineux, si l'on fait l'un ou l'autre de ces changements, on augmente automatiquement la charge carbonique de l'atmosphère à cause de l'inefficacité des autres formes d'hydrocarbures par comparaison au type de pétrole propre que nous utilisons aujourd'hui, les pétroles riches que nous utilisons. Donc, abandonner les pétroles bruts de haute qualité comme sources de nos combustibles pour utiliser d'autres formes d'hydrocarbures comme le pétrole des sables bitumineux et les autres pétroles lourds, sans compter évidemment le charbon qui ne serait, me dit-on, qu'à la frontière de votre responsabilité, pour ceux qui se préoccupent du climat mondial, c'est une perspective alarmante. De notre point de vue, le pétrole et le gaz naturel sont comparativement des combustibles propres. Si l'on adopte le charbon et les pétroles lourds, alors nous augmenterons le fardeau carbonique dont nous chargeons l'atmosphère.

Si, par ailleurs, nous abandonnons le pétrole pour utiliser d'autres formes d'énergie dont il a sûrement été question dans les discussions de votre comité, d'autres formes comme la biomasse, par exemple, ou, de toute évidence, l'énergie hydraulique ou toute autre forme d'énergie qui ne produit aucune décharge de carbone, alors, de mon point de vue de climatologiste, c'est une très grande victoire. C'est pourquoi je dis que sur le plan professionnel, si l'économie mondiale devait un jour cesser d'utiliser le pétrole, je tiendrais beaucoup à ce que l'orientation adoptée n'en soit pas une qui chambarde trop l'environnement.

Pour ce qui est de notre pays, monsieur le président, comme je le disais tout à l'heure, nous sommes un bien petit joueur dans la grande ligue de la consommation, mais pour ce qui est de la consommation per capita, nous sommes de très gros joueurs. Nous sommes peut-être les utilisateurs d'énergie les moins efficaces de toute la terre. Et pourtant, la stabilité du climat mondial est pour nous de toute première importance et nous avons, dans notre pays, les moyens d'apporter une contribution sensible au contrôle des climats de l'avenir. Demandons-nous pourquoi cela est important.

[*Text*]

First of all, Canadian agriculture is at the northern limit of productive agriculture. It is not exactly marginal, because it is highly productive; but it is in a condition where a significant swing in world climate is apt to produce a rather major effect upon the productivity of our agricultural system. Since we are among the world's largest exporters of wheat, for example, it follows that the entire world has an interest in this question of the Canadian climate, as well as we.

It is obvious that we cannot as a nation, by any action we take ourselves, seriously alter the rate at which the world adds carbon to the atmosphere and therefore stresses that climate. But we do manage a very considerable part of the natural carbon storage of the world, namely our forest resources. A climatologist like myself sees the forest cover of the earth as a fundamental stabilizing influence in the behaviour of the atmosphere and therefore of world climate. It follows, then, from the fact that we possess about one third of the entire boreal forest of the earth, and perhaps as much as 10 per cent of the carbon stored in the vegetation of the world, that we have at our disposal and within our systems of management one of the means whereby the atmosphere's carbon content can be modulated.

• 1600

So a climatologist will tell you, and I am doing it in my capacity as a climatologist, that the management of forest resources, of soils, are almost as important to the future condition of the atmosphere as the question that you are directly addressing, the move out of oil into other alternative forms of energy development. That is my first point, Mr. Chairman. There are large climatic questions touching on the health of our agriculture that arise out of the question of how in the future we choose to generate energy on a world basis, and that we can within this country make some contribution at any rate towards stabilizing future atmospheric conditions.

The second point I wanted to make is that if this country is going to move out of oil into some other basic source of energy, it ought at the same time to look at the over-all energy efficiency of the Canadian economy, which is straggeringly low by comparison with the other countries that find themselves in similar geographical circumstances.

The organization that I mentioned a little while ago, Resources for the Future, under contract with the Electric Power Research Institute in Palo Alto, has looked at the over-all energy efficiency of the democratic societies—of all societies actually, but you can only get statistics that you can believe from the democracies; this is, I think, broadly true—and over the past 20 years we have been conducting a comparative analysis of the change in energy efficiency measured in terms of the energy consumption per $1 million of gross domestic product.

To sum it up, in the course of the past 20 years, Canada's energy consumption per $1 million of gross domestic product in constant dollars has itself remained constant. We have neither got worse nor better in terms of the efficiency of our energy system. The Americans are in the same boat. They

[*Translation*]

Tout d'abord, l'agriculture canadienne est à la limite septentrionale des terres agricoles productives. Elle n'est pas marginale, parce qu'elle est hautement productive. Mais elle est dans une telle condition que tout changement significatif du climat mondial pourrait avoir des conséquences importantes pour la productivité de notre agriculture. Attendu que nous sommes parmi les plus grands exportateurs de blé, par exemple, il s'ensuit que le climat canadien intéresse le monde entier, tout comme il nous intéresse.

Il est évident que comme pays, nous ne sommes pas en mesure de prendre nous-mêmes la moindre initiative qui puisse modifier sensiblement le rythme auquel le monde ajoute du carbone dans l'atmosphère et par conséquent, modifie le climat. Mais nous avons à gérer une partie très considérable de l'entreposage de carbone naturel du monde, et j'ai nommé nos forêts. Un climatologiste, comme moi, considère la forêt comme un élément fondamental de stabilisation du comportement de l'atmosphère et par conséquent, du climat mondial. Par conséquent, vu que nous possédons environ le tiers de toute la forêt boréale de la terre et peut-être jusqu'à 10 p. 100 du carbone entreposé dans la végétation mondiale, nous avons à notre portée et dans nos systèmes de gestion un des moyens de moduler le contenu de carbone de l'atmosphère.

Tout climatologiste vous dira, comme je le fais en ma capacité de climatologiste, que la gestion des ressources forestières et des sols est peut-être aussi importante pour l'état futur de l'atmosphère que la question que vous étudiez directement, c'est-à-dire le remplacement du pétrole par d'autres formes d'énergie. C'était là mon premier point, monsieur le président. La façon dont nous choisirons de produire de l'énergie dans le monde soulève de vastes questions climatiques importantes pour la santé de notre agriculture et nous, notre pays, peut contribuer dans une certaine mesure à stabiliser l'état futur de l'atmosphère.

Mon deuxième point, c'est que si le pays doit abandonner le pétrole pour adopter une autre source fondamentale d'énergie, il doit en même temps examiner l'efficacité énergétique générale de l'économie canadienne, qui est extraordinairement faible par rapport à d'autres pays dont la géographie est pourtant semblable à la nôtre.

L'organisation dont j'ai parlé tout à l'heure, les Ressources pour le futur, en vertu d'un contrat passé avec l'Institut de recherche hydro-électrique de Palo Alto, a examiné l'efficacité énergétique générale des sociétés démocratiques. Elle a examiné toutes les sociétés, en fait, mais seules les démocraties publient des statistiques fiables. C'est du moins le cas de façon générale et depuis 20 ans, nous avons fait une analyse comparative de l'évolution de l'efficacité énergétique mesurée par rapport à la consommation d'énergie par millions de dollars de produit national brut.

En résumé, au cours des 20 dernières années, la consommation énergétique du Canada par million de dollars de produit national brut, en valeur constante, est demeurée elle-même constante. Notre efficacité énergétique n'a pas empiré et ne s'est pas améliorée non plus. Les Américains sont dans le

[*Texte*]

may, in the last three or four years, have begun to change this—it is too early to say—but they too have run along consistently at about the same rate of energy consumption per dollar of output, per dollar in our pocket.

Our two countries, the two North American countries, have neither gained nor lost in the effort to economize on energy consumption in this past 20 year period if our analysis is correct, whereas many of the other western countries have succeeded during that time in very sharply reducing their energy dependence. By far the outstanding case of this is France. The French have reduced their energy requirement per $1 million of product to about 52 per cent of the Canadian level. They were running at about 80 per cent 20 years ago; they have it down to 52 per cent.

Most of the west European countries have seen a similar sharp improvement in energy use. Great Britain has, for example, in spite of the parlous condition of its economy, but the star has been France. A lot of credit is given to Sweden because Sweden was always efficient, but the Swedes have not been able to do very much about improving their stance in the last few years. It has been the French and the British who have succeeded most of all in getting down their consumption.

The point from the point of view of this Committee, Mr. Chairman, seems to me to be this: I believe it is essential for the future industrial welfare of this country that we do also go this path of reducing the energy consumption that we need to make a buck, and if going out of oil means going into a more expensive form of energy, that is going in the wrong direction from the point of view of industrial consumption. I am seriously concerned that we may be put in exactly that position, that for strategic reasons we may decide that we must run down our consumption of high grade petroleum, and if we do this at the cost of reduced energy efficiency—we already start off from the worst position of the whole industrial world.

In actual figures, if you take the United States level as 100, just so we can put them in percentages, we run at about 120 per cent of American levels of consumption per dollar earned, and the French are down to 52 per cent and still going down. I am very worried about it, that in the search for alternatives we may not give adequate weight to the vital question of efficiency in the industrial use of energy.

• 1605

We used to do very well in this because we had a very large fraction of hydro in the mix, and hydro tends to be very efficient and tends to be used on the spot by large industrial consumers. One thinks of the Shawinigan model, for example. You think of the Shipshaw to aluminium and Kemano aluminium linkage. There can be very few forms of energy use that are more efficient, in terms of the industrial output, than that in which a large metallurgical establishment is located right on its energy source. But those days have gone, and if, in future, the decisions that we take in substituting for oil move us further away from those ideal solutions that we had a little

[*Traduction*]

même cas. Peut-être ont-ils commencé à évoluer un peu depuis trois ou quatre ans, il est trop tôt pour le dire, mais de façon générale, ils ont consommé de l'énergie à peu près au même rythme que nous par dollar de production, par dollar dans nos goussets.

Nos deux pays, les deux pays nord-américains, n'ont ni progressé ni reculé dans leurs efforts pour freiner la consommation au cours des 20 dernières années, si notre analyse est correcte, alors que beaucoup d'autres pays occidentaux ont réussi, pendant le même temps, à réduire très sensiblement leur consommation d'énergie. Le cas le plus évident est celui de la France. Les Français ont réduit leur besoin d'énergie par million de dollars de produits à environ 52 p. 100 du niveau canadien. Ils étaient à environ 80 p. 100 il y a 20 ans et ils sont maintenant à 52 p. 100.

La plupart des pays d'Europe de l'Ouest ont amélioré de façon sensible leur utilisation d'énergie. La Grande-Bretagne aussi a réussi, malgré le piètre état de son économie, mais la France remporte la palme. La Suède aussi mérite des félicitations, parce qu'elle a toujours été efficace, mais les Suédois n'ont pas réussi à améliorer sensiblement leur efficacité au cours des dernières années. Ce sont surtout les Français et les Britanniques qui ont le mieux réussi à réduire leur consommation d'énergie.

A mon avis, ce qui intéresse le plus votre comité, monsieur le président, c'est ceci. Il est essentiel pour l'avenir industriel de notre pays, que nous trouvions nous aussi le moyen de réduire la consommation d'énergie dont nous avons besoin par dollar produit et si, pour abandonner le pétrole, il faut rechercher une forme d'énergie plus coûteuse, nous allons dans la mauvaise direction du point de vue de la consommation industrielle. J'ai bien peur que nous ne soyons exactement dans la situation où, pour des raisons stratégiques, nous ayons à décider de réduire notre consommation de pétrole de haute qualité et si nous le faisons au coût d'une moindre efficacité énergétique, nous nous plaçons dans une mauvaise position vis-à-vis de l'ensemble du monde industriel.

Si nous disons que le niveau de consommation des États-Unis est 100, en termes de pourcentage, nous serions à environ 120 p. 100 des niveaux américains de consommation par dollar produit et les Français seraient à environ 52 p. 100 et ils continuent à diminuer. Cela me préoccupe beaucoup. J'ai bien peur que dans notre recherche d'énergie de remplacement, nous n'accordions pas assez de poids à la question essentielle de l'efficacité de notre utilisation industrielle de l'énergie.

Naguère, nous faisions très bonne figure à cet égard, parce qu'une grande partie de notre énergie était de nature hydraulique et l'énergie hydraulique a l'habitude d'être très efficace parce qu'elle est souvent utilisée sur place par les grands consommateurs industriels. Que l'on songe par exemple au modèle de Shawinigan, de Shipshaw ou de Kemano pour la fabrication de l'aluminium. Il ne peut y avoir beaucoup de formes d'utilisation de l'énergie qui soient plus efficaces, en termes de production industrielle, que celle où une grande installation métallurgique est située juste à la source de sa production d'énergie. Mais ce sont des choses du passé et si, à

[*Text*]

while ago, it will still further reduce the competitiveness of Canadian industry, which I, and quite obviously you, do not want to see happen.

So those are my two concerns. They are quite different. I have a concern for world climate and the impact that oil substitution will have upon it, and I have a concern for the efficiency of energy use in this country. That, I think, is all I need to say by way of opening.

The Chairman: Thank you very much, doctor. Before going to my colleagues, I just want to clear something up. You said, I believe, that until a few years ago the French used, per capita, about 80 per cent of what Canadians used.

Mr. Hare: Of the U.S. use, I am sorry.

The Chairman: Of the U.S. Okay.

Mr. Hare: Yes.

The Chairman: And now they are down to 52 per cent . . .

Mr. Hare: That is right.

The Chairman: . . . on a per dollar earned basis.

Mr. Hare: That is correct, sir. Yes.

The Chairman: Is that the same as GNP?

Mr. Hare: It is not quite because . . .

The Chairman: Per person, in other words?

Mr. Hare: . . . you are neglecting the external trade. You are dealing with the internal economic transactions of the country.

The Chairman: What I was getting at is do they earn twice as much in the U.S.? You are talking about dollars earned.

Mr. Hare: Yes.

The Chairman: On a per capita basis in the U.S., do they earn twice as much as they do in France? In other words, I do not know . . .

Mr. Hare: They do . . .

The Chairman: Is there another way we can look at this because it seems almost unbelievable to me, and I am not questioning your figures. I am just saying that on a dollar earned basis, perhaps, but I mean on per capita basis. Can we also have a comparison on a per capita basis, in other words? What does the average French person use on a per capita basis as compared with the average American?

Mr. Hare: A good deal less, sir. I have not got those figures worked out in front of me—I would have to go back home and get my slide rule out—but it is a good deal less. The per capita consumption is a lot less. We are very high in this respect.

If I might repeat, we do not compete with one another internationally in terms of whether we are economical in our habits. We compete in terms of the relative earning capacity of the economies, and a million dollars of domestic product in France is spread over 46 million people, a million dollars in the

[*Translation*]

l'avenir, les décisions que nous prenons pour remplacer le pétrole nous éloignent de ces solutions idéales d'hier, nous réduirons encore davantage la possibilité concurrentielle de l'industrie canadienne ce que, de toute évidence, vous ne voulez pas plus que moi.

Ce sont là mes deux préoccupations. Elles sont très différentes l'une de l'autre. Je m'intéresse au climat mondial et aux conséquences qu'entraîneront les remplacements du pétrole et je m'intéresse à l'efficacité de l'utilisation de l'énergie dans notre pays. Voilà tout ce que j'avais à dire en guise d'introduction.

Le président: Merci beaucoup, monsieur Hare. Avant de donner la parole à mes collègues, j'aimerais tirer quelque chose au clair. Vous avez dit, je pense, qu'il y a quelques années encore, les Français utilisaient, per capita, environ 80 p. 100 de ce qu'utilisaient les Canadiens.

M. Hare: Ou plutôt, les Américains, pardon.

Le président: Donc, 80 p. 100 des Américains.

M. Hare: C'est exact.

Le président: Et maintenant ils utilisent 52 p. 100 . . .

M. Hare: C'est exact.

Le président: Par dollar de production.

M. Hare: C'est bien cela, monsieur le président.

Le président: Est-ce la même chose que le PNB?

M. Hare: Pas tout à fait, parce que . . .

Le président: Par personne, je veux dire?

M. Hare: . . . on ne tient pas compte du commerce extérieur. On tient compte exclusivement des transactions économiques intérieures du pays.

Le président: Là où je voulais en venir, c'était de vous demander s'ils gagnent deux fois plus aux États-Unis? Vous parlez des gains en dollars.

M. Hare: Oui.

Le président: Par personne, aux États-Unis, est-ce qu'ils gagnent deux fois plus qu'en France? Autrement dit, j'ignore . . .

M. Hare: Oui. Ils . . .

Le président: Y a-t-il une autre façon d'envisager cette question, car cela me semble presque incroyable, et je n'ai aucune intention de mettre vos chiffres en doute. Je veux seulement parler des gains réalisés par dollar, et je veux peut-être dire per capita. Autrement dit, peut-on établir une comparaison per capita? Qu'est-ce que le Français moyen utilise per capita en comparaison de l'Américain moyen?

M. Hare: Beaucoup moins, monsieur le président. Je n'ai pas les chiffres précis avec moi, il faudrait que je retourne chez moi faire tous les calculs, mais c'est beaucoup moins. La consommation par personne est bien inférieure. Notre consommation, à cet égard, est très élevée.

Si l'on me permet de me répéter, pour mesurer notre concurrence internationale, nous n'examinons pas si nos habitudes sont économiques. Nous examinons plutôt la capacité relative de gain des économies. Et un million de dollars de produit intérieur en France est réparti sur 46 millions de

[*Texte*]

United States is spread over 230 million or whatever it is, and the American GDP is a great deal larger than that of France because there are more Americans.

Nevertheless, the fact is that to earn a dollar the Frenchman has consistently been outdistancing the American in the last 20 years, and he has done it by really very drastic industrial pruning, by planning of the economy, Gaullism in action, in other words, inside the economy. The American system has not done this, essentially because it has been very cheap to use energy, it has not made sense to economize on energy. If you want to achieve efficiency and you can get cheap energy, you do not bother about being energy efficient. You use it to cut your costs. The French have done the reverse and that is why they look so much better than the rest of us.

The Chairman: Yes. There is another question I wanted to ask you as well. You spoke about carbon dioxide and the billions of tons that are floating up there above our heads. We have had a lot of exposés on the possibilities of using coal with new technologies such as fluidized-bed combustion, gasification, liquefaction. Have you had an opportunity to look at these methods, which are new to Canada at least, to see if this would increase the problem? Or are these new technologies advanced enough now that rather than compounding the problem they would be removing from the atmosphere carbon dioxide and other pollutants?

• 1610

Mr. Hare: I am not an engineer, sir, and I can only speak to the literature I have read and the conversations I have had. But my understanding from the U.S. Department of Energy, with whom I had to deal rather closely professionally, is that without exception all the techniques for treating coal, heavy hydrocarbons, any of the alternative forms of hydrocarbon sources, in other words, other than high grade petroleum, all of them are less efficient in carbon terms than high grade petroleum and natural gas, which means that whether you go the fluidized-bed route or indeed any other route, underground gasification, any route tends to increase the carbon released into the atmosphere per watt of power installed, or per joule of energy gained.

The Chairman: I see. In comparing coal with liquid fuels like oil, you cannot help but increase it.

Mr. Hare: Unless you use the coal raw and you can achieve very high efficiency in combustion. But in practice that is not achieved, so that going to coal always does increase the carbon dioxide loading.

The Chairman: Do you have a supplementary, Mr. Gurbin?

Mr. Gurbin: Yes. Is there not a question of concentration and ability to control your deposits, when you are talking

[*Traduction*]

personnes tandis qu'un million de dollars aux États-Unis est réparti sur 230 millions ou quelque. Et le PNB américain est bien plus considérable que celui de la France parce qu'il y a plus d'Américains.

Néanmoins, c'est un fait que pour gagner $1, le Français, de façon constante, distance l'Américain depuis 20 ans et il y parvient par de drastiques élagages industriels, au moyen d'une planification de l'économie, par le gaullisme en action, autrement dit, à l'intérieur de l'économie. Si le système américain n'a pas pris la même orientation, c'est au fond parce que l'énergie a été très bon marché et qu'il n'était pas logique d'économiser de l'énergie. Si l'on veut réaliser l'efficacité quand on obtient de l'énergie à bon marché, on ne se préoccupe pas d'utiliser l'énergie de façon efficace. On l'utilise pour diminuer les coûts. Les Français ont fait l'inverse et c'est pourquoi leur situation semble bien meilleure que celle de tous les autres.

Le président: J'avais une autre question à vous poser. Vous avez parlé du dioxide de carbone et des milliards de tonnes qui flottent au-dessus de nos têtes. Nous avons reçu beaucoup de mémoires traitant des possibilités d'utiliser le charbon grâce à de nouvelles technologies comme la combustion en lit fluidisé, la gazéification et la liquéfaction. Connaissez-vous déjà ces méthodes qui sont nouvelles, du moins pour le Canada, et pouvez-vous nous dire si elles empireraient le problème? Ou ces nouvelles techniques sont-elles tellement avancées qu'au lieu d'empirer le problème elles contribueraient à enlever de l'atmosphère du dioxide de carbone et d'autres polluants?

M. Hare: Je ne suis pas ingénieur et mes opinions ne peuvent se fonder que sur ce que j'ai lu et sur certaines conversations. Toutefois, d'après les fonctionnaires du ministère américain de l'énergie avec qui je suis en rapport professionnel assez étroit, toutes ces techniques de traitement du charbon ou des hydrocarbures lourds, toutes les formes d'énergie provenant d'hydrocarbures, autrement dit, provenant de toute source autre que le pétrole de haute qualité, sont moins efficaces que le pétrole et le gaz naturel pour ce qui est de la production de carbone, ce qui signifie que peu importe que l'on utilise la combustion en lit fluidisé ou toute autre technique comme la gazéification souterraine, on augmente les émissions de carbone dans l'atmosphère par watt d'énergie installée ou par joule d'énergie obtenue.

Le président: Je comprends. Par rapport aux combustibles liquides comme le charbon ne peut qu'augmenter les émissions de carbone.

M. Hare: A moins d'utiliser le charbon brut et de réaliser une combustion de très haute efficacité. Mais jusqu'ici, dans la pratique, cela n'est pas encore réalisé de sorte qu'en utilisant le charbon, on augmente toujours la charge de dioxide de carbone.

Le président: Avez-vous une question supplémentaire, monsieur Gurbin?

M. Gurbin: Oui. N'y a-t-il pas, cependant, une question de concentration et de capacité de contenir les dépôts? Ce n'est

[*Text*]

about that, though? It may not be so for carbon as much as for some of the other products, but do you not have more of a capacity to concentrate them when you are using the different technologies?

Mr. Hare: Certainly you can achieve a very high industrial efficiency from the standpoint of the energy output per ton of input. You can, because there have been a lot of brains at work on this question of how to use coal resources other than in inefficient furnaces in the last few years. But the chairman asked me specifically what were the carbon consequences, not the cost consequences or the sulphur consequences, the carbon consequences. The consequence is always an increase in the carbon release. This is to a large extent because of the very high grade hydrocarbons we now use. The world is still addicted to very high grade oil and very high grade natural gas. Our whole capital set-up is tuned into this.

The Chairman: That is one of the problems, I guess, that we are running out of this high grade oil. What are the solutions if some countries have a vast amount of coal reserves that they believe in coming years would provide a good percentage of their energy needs which it is not right now? If you have no substitute, in other words, for high grade oils but coal or other fuels similar to it, from what you have said, if I understand you correctly, there is no way you are going to use these fuels without increasing the carbon dioxide already in the atmosphere.

Mr. Hare: I think that is the case, sir. I can see no way of doing it without increasing the carbon loading. But what you have asked me, and what I did not have time to say, was that I am not at all sure that increased carbon loading is a bad thing. I did not at any time say that it was a bad thing; I said it altered world climate. But it might be a good thing.

I will leave with you, sir, a copy of a paper I presented to the Oxford International Symposium in September. This is a symposium which is essentially organized and run by the West German government on behalf of the European Economic Community, but it is done at Oxford University. In it I make the point that I do not believe there is any way in which you could persuade the countries of the world to get out of hydrocarbons altogether. If they have to give up oil they will certainly go into coal. They will certainly use available firewood if it is a poor country. There is just no way, I think, given the pressure to use energy, that we can avoid the increased carbon loading that bothers me as a climatologist.

• 1615

So my philosophy has been, and is the one I recommend in this paper, and is what I recommend to the Canadian government—I am chairman of a thing called the Climate Planning Board, which is a Canadian federal board responsible to the government to answer these questions—my advice is not to try

[*Translation*]

peut-être pas le cas pour le carbone autant que pour d'autres produits, mais n'est-il pas possible d'obtenir une meilleure capacité de concentration quand on utilise les diférentes technologies?

M. Hare: Certes, on peut réaliser une très haute efficacité industrielle si l'on veut mesurer l'énergie produite par tonne de produits utilisés. On peut y parvenir parce que depuis quelques années, il se fait beaucoup de recherche sur la façon d'utiliser le charbon autrement que dans des chaudières inefficaces. Mais le président m'a demandé en particulier quelles seraient les conséquences pour la production de carbone, non les conséquences pour ce qui est du coût ou de la production de soufre, mais pour la production de carbone. La conséquence, c'est qu'on augmente toujours les émissions de carbone. C'est, dans une large mesure, à cause de la très haute qualité des hydrocarbures que nous utilisons maintenant. Le monde est encore axé sur les pétroles et les gaz naturels de très haute qualité. Toute notre économie est fondée là-dessus.

Le président: C'est l'un des problèmes, j'imagine, le fait que nous soyons appelés à abandonner ce pétrole de haute qualité. Quelles sont les solutions, si certains pays ont d'énormes réserves de charbon d'où pourrait provenir bientôt une forte proportion de leurs besoins d'énergie? S'il n'y a pas de substitut pour les pétroles de haute qualité, à part le charbon et d'autres combustibles semblables, d'après ce que vous nous avez dit, si j'ai bien compris, on ne pourrait en sortir, c'est-à-dire que ces combustibles ne peuvent qu'augmenter les émissions de dioxide de carbone dans l'atmosphère.

M. Hare: Je crois que c'est bien le cas, monsieur le président. Je ne vois aucun moyen de le faire sans augmenter la charge de carbone. Mais ce que vous ne m'avez pas demandé et ce que je n'ai pas eu le temps de dire, c'est que je ne suis pas du tout certain qu'une augmentation de la charge de carbone soit une mauvaise chose. Je n'ai pas dit une seule fois que c'était une mauvaise chose. J'ai dit que cela modifie le climat mondial. Mais cela pourrait être bon.

Je vous laisserai, monsieur le président, un exemplaire d'un mémoire que j'ai présenté au Symposium international d'Oxford en septembre. Ce symposium est organisé et dirigé par le gouvernement de l'Allemagne de l'Ouest au nom de la Communauté économique européenne, mais il se tient à l'Université d'Oxford. Dans ce mémoire, j'affirme qu'à mon avis, il serait impossible de persuader les pays de ne plus utiliser du tout d'hydrocarbures. S'il leur faut abandonner le pétrole, ils utiliseront certainement le charbon. Les pays pauvres utiliseront certainement le bois de chauffage disponible. A cause des besoins pressants d'utiliser de l'énergie, il ne fait aucun doute, à mon avis, que nous ne pourrons éviter d'augmenter la charge de carbone et c'est ce qui me préoccupe en ma qualité de climatologiste.

C'est pourquoi j'ai adopté la philosophie que je recommandais dans ce mémoire et que je recommande maintenant au gouvernement canadien. Je suis président d'un organisme appelé la Commission de planification du climat, commission fédérale chargée par le gouvernement de répondre à ces ques-

[*Texte*]

to avoid the carbon build-up, because I think it is inevitable, but to learn to live with it and, if possible, to exploit it.

I think there will inevitably be this continued build-up. I think that the twenty-first century will see a fundamentally altered world climate and that we might as well get used to it and see if we cannot exploit it.

I have a fairly secure feeling that it would be to Canada's national advantage. I am not at all sure that it would be to the national advantage of Sudan or Pakistan, or even the United States and the Soviet Union, but I rather think it would be to our national advantage. So I am torn here between being a good world citizen and being a good Canadian citizen.

The Chairman: I do not want to be the only questioner but you are intriguing me more and more with your answers. You say that the climate will be changed so much that it would be to Canada's advantage. Could you just elaborate on that a little bit?

Mr. Hare: Well, I wish I had a projector, sir, because I am going to give a talk on this at the National Research Council tomorrow afternoon, so I am armed to the teeth; but perhaps I could just try to put it in words.

To calculate the effect of increasing carbon dioxide on world climate involves using very large simulation models of the atmosphere, so large that you can only do them on the largest of the world's computers and only with the very brightest of the modellers. There are only about four places in the world where such modelling is possible and it is being done most recently and most thoroughly at the U.S. government laboratory on the campus at Princeton, where the computer facilities are adequate; and what it suggests is this: that if carbon dioxide is doubled in the atmosphere—which, at the present rate of increase, will happen about 2055 A.D., which is a little outside the normal political perspectives—if it is doubled, then the average rise of temperature of the surface of the earth will be just under two degrees Celsius, which is not very much on the face of it but actually is quite enough to transform world climate.

If it goes up to a factor of four times, which, at the present rate of increase, will occur sometime towards the end of the twenty-first century, then I think the ice will go out of the Arctic Ocean and open the sea passages between ourselves and the Soviet Union and Scandinavia. And if you think this is science fiction, I repeat that it is only what a model says at Princeton University but it is the best we have, and I think that continued increase of carbon in the atmosphere probably will produce these effects within a century.

I do not know whether your committee takes a view that long. I personally have to because I am a scientist concerned with these things, but I am quite sure that these effects will not be visible within the lifetime of the present Parliament.

[*Traduction*]

tions. L'avis que je donne, c'est de ne pas essayer d'éviter l'accumulation du carbone, parce que c'est inévitable, mais plutôt d'essayer de s'en accommoder, et, si possible, de l'exploiter.

Je pense qu'il y aura toujours cette accumulation. Dans le 21e siècle, le climat mondial sera fondamentalement modifié et nous devons nous y faire et voir si nous ne pouvons pas l'exploiter.

Je suis à peu près certain que ce serait avantageux pour le Canada. Je ne suis pas du tout certain que ce serait à l'avantage du Soudan ou du Pakistan, ou même des États-Unis ou de l'Union soviétique, mais je crois sincèrement que ce serait à notre avantage national. Je suis donc déchiré entre le désir d'être un bon citoyen du monde ou un bon citoyen canadien.

Le président: Je ne voudrais pas être le seul à poser des questions, mais vos réponses m'intriguent de plus en plus. Vous dites que le climat pourrait être modifié au point de devenir un avantage pour le Canada. Pourriez-vous nous donner un peu plus de détails à ce sujet?

M. Hare: Je voudrais bien avoir ici un projecteur, car je donne demain une conférence à ce sujet au Conseil national de recherches, de sorte que je suis armé jusqu'aux dents. Je vais essayer de vous l'expliquer avec des mots seulement.

Pour essayer de calculer l'effet de l'augmentation du bioxyde de carbone sur le climat mondial, il faut d'énormes modèles de simulation de l'atmosphère. La seule solution, c'est donc d'utiliser les plus grands ordinateurs du monde et les plus brillants constructeurs de modèles. Il y a seulement quatre endroits dans le monde où de tels modèles sont possibles et on vient d'en construire un très complet au laboratoire du gouvernement américain, à l'Université Princeton, où les ordinateurs sont assez puissants. Et ce que nous avons appris, c'est que si le bioxyde de carbone dans l'atmosphère est doublé, ce qui, au rythme actuel d'augmentation, devrait se produire vers l'année 2055, ce qui dépasse quelque peu les perspectives politiques normales. Donc, s'il est doublé, la hausse moyenne de la température sur la surface du globe sera un peu inférieure à 2 degrés Celsius, ce qui ne semble pas énorme, mais qui est tout à fait suffisant pour transformer le climat du monde.

Si la température monte d'un facteur quadruple, ce qui, au rythme actuel d'augmentation devrait se produire vers la fin du 21e siècle, alors, la glace disparaîtra de l'océan Arctique et la mer sera ouverte à la navigation entre notre pays, l'Union soviétique et la Scandinavie. Et si vous croyez qu'il s'agit là de science-fiction, je vous répète que c'est tout simplement ce que dit le modèle de l'Université Princeton, mais c'est le meilleur qui existe et je pense qu'une augmentation continuelle de carbone dans l'atmosphère produira probablement ces effets d'ici un siècle.

J'ignore si votre comité fait des extrapolations aussi longues. A titre de scientifique, je dois penser dans ces termes-là, mais je suis à peu près certain que ces conséquences ne se feront pas sentir pendant la vie du présent Parlement.

[*Text*]

That would not raise sea level, incidentally; it would only do that if you succeeded in melting the land ice, and that will take a great deal more effort.

The Chairman: I see.

Monsieur Portelance?

M. Portelance: Vous avez besoin d'une grande quantité de charbon ou d'un autre produit semblable pour créer ces particules de carbone avant d'arriver au niveau dangereux dont vous parlez. Par ailleurs, il me semble avoir vu aussi qu'il n'y aurait probablement pas suffisamment de ce matériel pour en arriver à ces chiffres-là.

Mr. Hare: Well, sir, if I have understood you correctly, you are asking for the sufficiency. I am sorry but I speak French only on a social basis; so perhaps I had better listen to that question again in English.

M. Portelance: Pour ceux qui sont inquiets, comme vous, lorsque les particules en arriveraient à un certain niveau, il me semble avoir lu qu'il n'y avait pas suffisamment de carburant, de charbon ou d'un autre produit pour en arriver à ces chiffres-là.

Mr. Hare: Yes, sir, I think that there is a sufficiency of resources to do several things. First of all there is a sufficiency, if you include all the forms of carbon in the earth's surface, to look after the total energy requirements of all the industrialized societies for many decades and perhaps centuries. There is also a sufficiency to make the problem that I have just outlined real. There is enough carbon in the crust of the earth to make it possible for the kind of transformation that I have just spoken of to take place. I think there is more than enough.

Mr. Portelance: This is different from what I read when we were looking . . .

Mr. Hare: Well, perhaps you were looking at the resources in terms of what is available at different prices. It is by no means obvious that at feasible prices we could make these transformations efficiently. In fact I sometimes despair of low energy prices because I see no possibility that much of the available carbon within the earth's crust, even if that is the route one wants to go, could be brought up to the surface and used at anything like the present price of a barrel of oil.

Le président: Avez-vous d'autres questions, M. Portelance?

Mr. Portelance: No.

The Chairman: Okay, Mr. Gurbin.

Mr. Gurbin: Thank you, Mr. Chairman. I find myself reacting pretty much to some of the things you were saying, looking specifically at carbon dioxide. I guess one of the things that happens when I think about that is the question seems to come as to whether or not you can separate some of the effects that you are talking about, can you individualize a technology or a dedication to a particular type of energy resource and not have to worry about the nitrogen oxides, sulphur dioxides, and all the other things that are bound to happen? If you are talking about the forest and the carbon cycle and cropping that and using up the available land, will you not get into a

[*Translation*]

Cela, soit dit en passant, ne modifiera pas le niveau de la mer qui pourrait monter seulement si on réussit à faire fondre la glace continentale, ce qui exigerait un réchauffement bien plus considérable.

Le président: Je vois.

Mr. Portelance.

Mr. Portelance: You would need a great quantity of coal or of another similar product to create these carbon dioxide loads before reaching the dangerous level you are referring to. On the other hand, I think I have seen somewhere that there would probably not be enough of these materials to reach such figures.

M. Hare: Si je vous ai bien compris, monsieur, vous posez une question au sujet de la suffisance. A mon grand regret, je ne parle français que sur le plan social. Je ferais donc mieux d'écouter de nouveau votre question en anglais.

Mr. Portelance: For those who are concerned like you that particles could reach a certain level, it seems to me that I have read somewhere that there would not be enough fuel, or coal or any other product to reach such figures.

M. Hare: Je crois, pour ma part, qu'il y a assez de ressources pour faire plusieurs choses. Tout d'abord, il y en aurait assez, si l'on comprend toutes les formes de carbone qui se trouvent sur la surface de la terre, pour répondre à tous les besoins d'énergie de toutes les sociétés industrialisées pour de nombreuses décennies et peut-être pour des siècles. Il y en a assez, également, pour que le problème que j'ai soulevé devienne réel. Il y a assez de carbone dans la croûte terrestre pour que le genre de transformation dont j'ai parlé tout à l'heure se produise. Je crois qu'il y en a bien suffisamment.

M. Portelance: C'est différent de ce que j'ai lu au moment où nous examinions . . .

M. Hare: Peut-être avez-vous lu des articles au sujet des ressources qui pourraient être disponibles à différents prix. Il n'est pas du tout évident que nous puissions réaliser efficacement ces transformations à des prix abordables. En fait, je me décourage parfois en regardant le faible coût de l'énergie, parce que je ne vois aucune possibilité, au prix actuel d'un baril de pétrole, de sortir de la croûte terrestre, et d'exploiter une partie importante des réserves de carbone qui s'y trouvent.

The Chairman: Do you have other questions Mr. Portelance?

M. Portelance: Non.

Le président: Monsieur Gurbin.

M. Gurbin: Merci, monsieur le président. Je ne puis m'empêcher de réagir assez fort à certaines choses que vous avez dites au sujet, en particulier, du dioxide de carbone. Je ne puis m'empêcher de me demander, quand on parle de ces choses, s'il est possible de séparer certains des effets dont on parle, si l'on peut isoler une technologie ou un certain type de ressources énergétiques sans s'inquiéter des oxides de nitrogène, des dioxides de soufre et de toutes les autres choses qui seront inévitablement libérées. Si l'on parle de la forêt, du cycle du carbone et des récoltes, et si l'on utilise tout le sol disponible, ne se trouvera-t-on pas à créer d'autres problèmes? Si nous

[*Texte*]

whole bunch of other problems? If we are going to look at the carbon cycle and the management of it, it would worry me in listening to you that the potential benefits, although they might be there, might lull us into a sense of accepting a whole bunch of other things that may not be anywhere nearly so good or that may create some very real problems for us.

Mr. Hare: I think that is a fair comment. I was not not suggesting and of course one cannot suggest that the decisions of the kind that this committee is confronting should be very simply on the basis of controlling the carbon cycle in nature. It is obvious that Parliament has to concern itself with the complete package of benefits and costs that arise out of future energy use. I could have made the point that if you shift out of hydrocarbons into low grade coal you have the sulphur disposal problem and the acid rain effect. You simply cannot treat that in isolation from the parallel build-up of carbon in the atmosphere. These are not in actual fact separate processes, and the economist and the politician obviously have to weigh the costs of both.

In addition, if you go away from gasoline and the internal combustion engine which is one of the ultimate routes that you may well have to go to as the kind of explosive hydrocarbons that we use in car engines become impossibly expensive, then there is a very great gain in this in that the NO problem, the nitrogen oxides that you referred to, disappears if you can avoid high temperature, high pressure combustion as the basis for locomotion. This is the kind of trade-off which I presume this committee has heard a lot about. It is by no means an easy one to answer on short notice because there are so many ifs and buts at each stage.

But I agree with you, sir, one has to take the entire package into account.

Mr. Gurbin: Just to borrow from what some of our minds have been putting together here as far as energy technologies and their impact on the environment, we have I think a number of presentations which suggest to us that we do not have the option of considering any energy system separate from the environment and so there is no environmentally benign system, to borrow a phrase from one of our help. We have a problem, I think. We are not scientists and none of us here at the table who are going to come to some of these political and social conclusions and so to try to help give Parliament some direction are scientists, so it seems to me that we need a little more help in putting some of these pieces of information together. I am not trying to take away from what you have presented to us, because I know your having come before this committee has been at your inconvenience, but while you are here we want to try to get, if we can, the best kind of information you have. So I would ask you to try to compare different energy technologies, if you could, for us and the impact that they have on the environment based in your opinion, as a climatologist, as someone who is concerned about the world environment, if you will.

[*Traduction*]

examinons le cycle du carbone et sa gestion, je m'inquiète de vous entendre parler de ces avantages possibles, même s'il y en a, car on pourrait être ainsi amenés à l'acceptation illusoire de toutes sortes de choses qui seraient loin d'être aussi bonnes pour nous et qui pourraient nous créer de véritables problèmes.

M. Hare: Votre observation est tout à fait juste. Je n'ai pas dit, et personne ne pourrait dire, que les décisions comme celles que votre comité aura à prendre devraient se fonder simplement sur la gestion du cycle du carbone dans la nature. De toute évidence, le Parlement doit se préoccuper de tout l'ensemble des avantages et des coûts découlant de notre utilisation future de l'énergie. J'aurais pu vous signaler que le pays qui passe des hydrocarbures à un charbon de faible qualité doit apprendre à se débarrasser des résidus de soufre et à régler le problème des pluies acides. Il ne s'agit pas de problèmes qu'on peut traiter isolément à partir de l'accumulation parallèle de carbone dans l'atmosphère. Ce ne sont pas des processus distincts et l'économiste et le politicien doivent de toute évidence évaluer le coût des deux formules.

De plus, si l'on abandonne les essences et les moteurs à combustion interne, soit l'une des dernières solutions à envisager parce que les hydrocarbures à explosion comme ceux que nous utilisons dans les voitures atteindront des prix inabordables, alors il y a pour nous un énorme avantage parce qu'on se trouve à régler le problème du NO, c'est-à-dire celui des oxides de nitrogène dont vous avez parlé, si l'on peut éviter les hautes températures et la combustion à haute pression comme principa de locomotion. C'est la marge de décision dont votre comité a sans doute entendu parler. Il n'y a, à toutes ces questions, aucune réponse facile et rapide parce qu'à chaque étape, il y a une foule de variables.

Mais je suis d'accord avec vous, il faut considérer l'ensemble du problème.

M. Gurbin: Si je peux puiser dans la matière dont les membres du comité ont eu à traiter au sujet des technologies énergétiques et de leurs conséquences pour l'environnement, je dirais que nous avons reçu certains mémoires nous suggérant que nous ne sommes pas libres d'examiner un système énergétique quelconque sans tenir compte de l'environnement et qu'il n'existe aucun système favorable à l'environnement, pour emprunter l'expression de l'un de nos collaborateurs. Nous avons donc un problème. Aucun des membres de ce comité qui devront arriver à des conclusions politiques et sociales afin de tracer une certaine orientation pour le Parlement n'est un scientifique. Il nous faut donc obtenir de l'aide pour essayer de mettre de l'ordre dans toute cette information. Je ne veux rien enlever à ce que vous nous avez présenté, car je sais que pour venir devant notre comité, vous avez dû vous déranger, mais tandis que vous êtes là, nous voulons essayer, si nous le pouvons, d'obtenir de vous les meilleurs renseignements possibles. C'est pourquoi je vous demande d'essayer de comparer les différentes technologies énergétiques, si vous le pouvez, et nous dire quelles en sont les conséquences pour l'environnement, selon vous à titre de climatologiste qui se préoccupe de l'environnement mondial.

[*Text*]

• 1625

Mr. Hare: Well, sir I teach a course at the University of Toronto, 30 hours of lectures on energy-environment relations, so I will try and condense into three minutes the contents of 30 hours of lectures. If you take the relative impacts, first of all, on the carbon side, the fossil fuel side, oil and natural gas have always had the great advantage that the disturbance that they create at the outset is comparatively small. Once you get over the shock of pipeline construction, providing you do it right, the oil and natural gas industries make remarkably little impact on the environment.

One is talking here about moving out of a form of fossil fuel production which is benign in terms of what it does to the landscape and to wildlife and so on in the first instance. Its impact is largely that we derive most of the atmosphere's NO_x and carbon dioxide from the hydrocarbons. Coal: To me the great disadvantages attached to the full development of coal as an alternative source are first of all if you do it by open crust or surface-stripping techniques, as we do in British Columbia and Alberta and all down through the Appalachians, you make a very major mess of the earth surface; you destroy a lot of vegetation and wildlife; you mess up the local streams and the cost is therefore very much greater from the standpoint of local environmental disturbance than in the case of oil.

If you go that route, or if you go to underground coal mining, you pick up, of course, the inevitable dangers to the safety of the mining force. There just does not seem to be any way of getting coal out of the ground without killing people. Even the best regulated coal industries have occasional mine disasters, even when they are working the surface stripping methods, and so . . .

The Chairman: How about the German method? I understand Germany is world-renowned for the care they have taken for the environment and everything else. Have you had a chance to study that method?

Mr. Hare: It is not my field, sir, but I actually have been through some of the modern German collieries in the Münster Basin, and I must say I agree with you that this is a model. You would never even guess that coal is what was being extracted. The operation is clean, orderly and mechanized to the point where the underground labour force has been reduced to something like one-third of that of any other country that is taking coal out of the ground, as I understand it. This was essentially based on listening to my guide as I went around.

Even so, the fact remains that I am sure the West Germans have not fully solved the question of industrial safety associated with the mines. It is a notoriously dangerous way to earn a living. So I would think that if you move towards coal, you move towards a higher level of industrial risk from the standpoint of the safety of the workforce. The risks associated with oil and natural gas are not very high. You asked me a question about the environment, and I am therefore outside my territory when I talk about safety questions, but I do not really think

[*Translation*]

M. Hare: A l'Université de Toronto, je donne un cours, un cours de 30 heures sur les rapports entre l'énergie et l'environnement. Je vais essayer de condenser en trois minutes le contenu de 30 heures de cours. Si l'on pense d'abord aux conséquences relatives, pour ce qui est du carbone et des combustibles fossiles, disons que le pétrole et le gaz naturel ont toujours eu le grand avantage de créer, au début, des perturbations relativement faibles. Une fois remises du choc initial que représente la construction d'un pipe-line, pourvu qu'il soit bien construit, les industries du pétrole et du gaz naturel ont des effets remarquablement faibles pour l'environnement.

On parle ici d'abandonner une production basée sur le combustible fossile qui n'a que peu d'effets nocifs pour l'environnement et pour la faune. Son impact vient en grande partie du fait que presque tout le NO_x et le dioxide de carbone de l'atmosphère proviennent d'hydrocarbures. Parlons maintenant du charbon. A mon sens, le grand désavantage, si l'on veut exploiter à fond le charbon comme source de remplacement, c'est que si l'on commence par l'exploitation de mines à ciel ouvert, comme on le fait en Colombie-Britannique et en Alberta et dans toute la région des Apalaches, on creuse d'énormes trous sur la surface terrestre. On détruit beaucoup de végétation et de faune, on abîme les cours d'eau et le coût, par conséquent, est bien plus élevé, en fait de perturbations de l'environnement, que dans le cas du pétrole.

Si l'on adopte cette solution ou si l'on adopte l'exploitation de houille souterraine, on pose évidemment les inévitables dangers pour la sécurité des mineurs. On dirait qu'il n'y a aucun moyen de sortir le charbon de la terre sans tuer des gens. Même les mines les mieux administrées connaissent parfois des désastres, même quand le travail se fait à la surface selon la méthode du stripping . . .

Le président: Et la méthode allemande? On nous dit que l'Allemagne est reconnue dans le monde entier pour le soin qu'elle a pris à ne pas bouleverser l'environnement. Avez-vous eu l'occasion d'étudier cette méthode?

M. Hare: Ce n'est pas mon domaine, mais j'ai eu l'occasion de visiter certaines houillières allemandes modernes dans le bassin de Münster et je reconnais qu'il s'agit là d'un modèle. Impossible de dire, à première vue, que l'on procède à l'extraction du charbon. Le travail est propre, bien organisé et mécanisé au point où le nombre des mineurs souterrains est réduit à environ le tiers de ce qu'il est dans d'autres pays qui pratiquent l'extraction du charbon. C'est ce que j'ai appris lors d'une visite guidée de ce chantier.

Mais même dans ce cas, il n'en demeure pas moins que les Allemands de l'Ouest n'ont pas encore trouvé, j'en suis sûr, une solution définitive à la sécurité industrielle des mines. Tout le monde sait que c'est un moyen dangereux de gagner sa vie. Donc, si l'on s'oriente vers le charbon, on s'oriente vers des risques industriels plus élevés pour ce qui regarde la sécurité des travailleurs. Les risques posés par le pétrole le le gaz naturel ne sont pas très élevés. Vous m'avez posé une question au sujet de l'environnement et je m'écarte par conséquent de

[*Texte*]

you can separate them really. I always try to treat the safety factor and the environmental factor together.

Going to nuclear which, of course, is only a source of electricity, I am personally satisfied that the Canadian nuclear technology is a very safe and extremely advanced technology. As you know, I was chairman of a federal enquiry that came to the conclusion that the disposal of wastes from the industry was feasible, and should be proceeded with. This has always been regarded as Achilles' heel. I do not see the nuclear industry as a major threat to the environment, but then neither do I see it as a real solution to the problems that you are dealing with. I am sure that this country will continue to get a great deal of electricity out of its reactors, and that this will not stress our environment significantly, except perhaps in the mining areas for uranium. I am unhappy, very unhappy, about the state of the art of dealing with the milling tailings. This is where, to me, the big environmental issue arises. I think it could probably be contained, but I am not yet aware that it has been. I do not think you can do an exact kind of sum to sum that up, sir. Take, for example, the other kind of alternative—solar. There was a young man, who used to work for me, who made himself famous a few years ago by proving that solar power was the most dangerous form of power. Mr. Herb Inhaber who, I think, works for the Atomic Energy Control Board now, found that the industrial accident rate associated with installing the power was, in the aggregate, going to kill more people than you would associate with almost any other form of . . .

An hon. Member: The traffic.

Mr. Hare: I am not going to say that, because I think this is an exercise that I do not want to get into, but it is the kind of thing that makes it so difficult to make these comparisons.

In a nutshell, sir, I think the object of this committee—getting out of oil, as I understand your mandate—is almost inevitably moving in the direction of increased environmental stress, because I do not see nuclear as an alternative on a very large scale to achieve what you want to achieve.

Mr. Gurbin: Can I just ask you why would France—you used France as an example before. They are going 50 per cent nuclear.

Mr. Hare: Well, nuclear is an excellent source of industrial electricity or electricity for the system, but the major problem that confronts us, surely, is the question of transportation and of mobile energy. If and when we can get around to packaging electricity and carrying it around in the tank of a car, then I would immediately change my remarks about nuclear but nuclear, like hydro, is a source of electric power.

The Chairman: What is, in your opinion, your best bet for the future transportation needs?

[*Traduction*]

mon domaine quand je parle de questions de sécurité, mais je pense vraiment qu'on ne peut pas ne pas en tenir compte. J'essaie toujours de traiter ensemble le facteur sécurité et le facteur environnement.

Si l'on songe au nucléaire qui, évidemment, est une source d'électricité seulement, je suis personnellement convaincu que la technologie nucléaire canadienne est très sécuritaire et extrêmement avancée. Comme vous le savez, j'étais président de l'enquête fédérale qui en est venue à la conclusion que l'enfouissement des déchets industriels était possible et devrait se faire. Cela a toujours été considéré comme le talon d'Achille. Je ne considère pas que l'industrie nucléaire soit une grande menace à l'environnement, mais je ne pense pas non plus que ce soit la solution aux problèmes que vous examinez. Je suis sûr que notre pays continuera de recevoir beaucoup d'électricité de ses réacteurs et que cela n'affectera pas sensiblement notre environnement, sauf peut-être dans les régions minières d'uranium. Je suis mécontent, très mécontent des techniques utilisées pour traiter les résidus. Voilà, à mon avis, où se posent les grands problèmes d'environnement. A ces problèmes, il y a probablement des solutions, mais on ne les a pas encore trouvées. Je ne crois pas qu'il soit encore possible de trouver une solution définitive. Prenons, par exemple, l'autre forme d'énergie, l'énergie solaire. Un jeune homme qui travaillait pour moi s'est rendu célèbre, il y a quelques années, en prouvant que l'énergie solaire était la forme d'énergie la plus dangereuse. M. Herb Inhaber qui travaille, sauf erreur, pour la Commission de contrôle de l'énergie atomique, a découvert que le taux des accidents industriels associés à l'installation de l'énergie tuerait, dans l'ensemble, plus de personnes que ce qui se passerait pour toute autre forme de . . .

Une voix: Le trafic.

M. Hare: Je ne dirai pas cela, parce que c'est une sorte d'argument que je ne veux pas amorcer ici, mais cela vous explique un peu pourquoi il est si difficile de faire des comparaisons.

En un mot, je crois que l'objectif de votre comité, c'est-à-dire remplacer le pétrole et si je comprends bien votre mandat, vous orientera inévitablement vers des solutions plus dommageables pour l'environnement, car à mon sens l'énergie nucléaire ne saurait être un remplacement, dans une très large mesure, pour réaliser les objectifs que vous visez.

M. Gurbin: Puis-je vous demander pourquoi la France, que vous avez déjà donnée en exemple, envisage d'obtenir du nucléaire la moitié de son énergie.

M. Hare: L'énergie nucléaire est une excellente source d'électricité industrielle ou d'électricité pour les réseaux, mais notre principal problème est la question du transport et de l'énergie mobile. Si un jour on réussit à mettre de l'électricité en boîte et à la transporter dans une voiture, alors je changerai immédiatement mes observations au sujet du nucléaire, mais pour l'instant, comme l'hydraulique, le nucléaire est une source d'énergie électrique.

Le président: Quelle est, à votre avis, la meilleure solution possible pour les besoins futurs du transport?

[*Text*]

Mr. Hare: Well, I really would love to see the question of the electric vehicle solved. It seems to me that it has almost everything. If we could make the technological breakthrough into the storage of electricity, the proper storage of electricity, this is the way I would go from the point of view of the transportation sector. I would also like to electrify the railways, but of course, our traffic density is so low, except for certain lines, that at present rates this is a prohibitively expensive way of doing it. However it will not be if diesel fuel becomes so expensive that the railways can no longer really afford to use it. I think probably rail electrification, as well as road electrification, is the long term course for us, but it is a little way down the road at the present price of diesel fuel.

Mr. Gurbin: Have you been exposed to the air aluminum battery?

Mr. Hare: I have heard these things discussed. In fact I have just come from a meeting in which it was discussed, sir, but I do not know anything about it. It is not my ballpark.

Mr. Gurbin: Do you get into a number of other environmental problems when you are talking about the electric car? If that technology were expanded to the 140 million cars that are in the United States today, would the environmental impact be a major consideration?

Mr. Hare: Well, I would want to know how the electricity was generated.

Mr. Gurbin: They are looking at storage in a metal form or . . .

Mr. Hare: Yes.

Mr. Gurbin: Those seem to be the two forerunners right now.

Mr. Hare: Yes, if the form of storage is one that involves the widespread use of toxic metals, then you are no further forward. If it involves a continuance of the present highway system and so on, you are also going to continue to have your 60,000 or 70,000 highway deaths every year. I am very fond of saying, Mr. Chairman, that there is not any industrial hazard I can think of that comes anywhere near the highway as a means of killing people. While we sit here talking about the potential deaths from reactor accidents and so on, another 200 people have been killed on the highways of North America. This applies emphatically to electric cars. If we are going to worry about the environmental implications of using lead or aluminum or titanium as construction materials or reactor materials, while at the same time we close our eyes to the carnage on the highways, that is to me just a fallacious way of thinking.

Mr. Gurbin: I have one more question, if I may.

The Chairman: Yes, Mr. Gurbin. Then we will go to Mr. MacBain.

Mr. Gurbin: I do not know quite how to ask this question and that is uncommon for me. I usually have a little too much to say maybe.

Your second point was a point that has not been made before as far as I can recollect, and certainly not in this way, by any other witness before us in terms of looking at the efficiency and the cost factors as related to environment, if you

[*Translation*]

M. Hare: J'aimerais beaucoup que le véhicule électrique soit mis au point, car il me semble avoir toutes les qualités. Si l'on invente un moyen nouveau d'emmagasiner convenablement de l'élecricité, c'est la solution que je choisirai pour le transport. J'aimerais aussi que les chemins de fer soient électrifiés, mais la densité du trafic est si faible, sauf sur certaines lignes, qu'aux taux actuels le coût en serait prohibitif. Ce serait différent, toutefois, si le combustible diesel devenait tellement cher que les chemins de fer n'avaient plus les moyens de l'utiliser. Je pense que l'électrification du rail et de la route serait pour nous la solution à long terme, mais ce n'est pas pour demain si l'on considère le prix actuel du diesel.

M. Gurbin: Connaissez-vous la batterie à l'hydroxide d'aluminum?

M. Hare: J'en ai entendu parler. En fait, j'arrive d'une réunion où on en a parlé mais je ne la connais pas. Ce n'est pas mon domaine.

M. Gurbin: La voiture électrique ne soulève-t-elle pas d'autres problèmes d'environnement? Si cette technique était appliquée aux 140 millions de voitures des États-Unis, la conséquence pour l'environnement serait-elle une considération d'ordre majeur?

M. Hare: J'aimerais savoir comment l'électricité serait produite.

M. Gurbin: On pense à l'emmagasinement dans une forme de métal ou . . .

M. Hare: Oui.

M. Gurbin: Ce sont les deux solutions les plus discutées à l'heure actuelle.

M. Hare: Si le contenant exige l'utilisation généralisée de métaux toxiques, on n'est pas plus avancés. Et s'il faut maintenir nos réseaux routiers actuels, la route continuera à faire entre 60,000 et 70,000 victimes par année. J'aime souvent répéter, monsieur le président, qu'aucun danger industriel que je connaisse n'approche la route comme moyen de tuer des gens. Depuis que nous avons commencé à discuter ici de la possibilité d'accidents mortels causés par le réacteur, encore 200 personnes se sont tuées sur les routes de l'Amérique du Nord. Cela s'applique aussi bien aux voitures électriques. Se demander, d'un côté, quelles seront les conséquences pour l'environnement si nous utilisons le plomb, l'aluminum ou le titane comme matériaux de construction ou matériaux de réacteur, et d'un autre côté, se fermer les yeux sur le carnage qui se produit sur les routes, à mon avis, c'est un mode de pensée fallacieux.

M. Gurbin: Une autre question, si vous le permettez.

Le président: Oui, monsieur Gurbin. Ensuite, ce sera M. MacBain.

M. Gurbin: Je ne sais pas très bien comment poser ma question et cela ne m'arrive pas souvent. J'ai l'habitude de parler un peu trop.

A ma connaissance, aucun témoin n'avait encore soulevé votre deuxième point, du moins pas de cette façon, en ce sens que vous envisagez l'efficience et les coûts par rapport à l'environnement. Je ne sais pas si c'est ce que vous avez voulu

[*Texte*]

will. I do not know if that is what you were trying to do and that is the problem I am having in asking the question. I am not quite sure how to put those together in my own mind to ask the question properly. I know any energy form or any energy system we start to use is going to have a cost in terms of the environment itself, and a cost in terms of dollars if it is better as far as pollution and so on; but then you add efficiency to this equation at the same time, which I think you did.

Mr. Hare: I did.

Mr. Gurbin: Then I am not sure, first of all, that I understand exactly what you are saying. If I do, I am not sure how you sell that or how you intend that we should address that as a committee, first of all, and as a nation secondly. I can see the advantages to using less energy for the same unit of production, as France does. Certainly there is a tremendous over-all advantage because we do not have to invest the capital to produce the oil, as far as that goes, in the tar sands plant; we can use it for something else. That kind of thing always comes up. But I do not quite understand how the environment comes in there at the same time.

Mr. Hare: Mr. Chairman, I will leave a copy of my address to the Economy, Energy and Electricity Conference on October 15 in Toronto. This was a conference organized by the Ontario government, the Canadian Nuclear Association, the Canadian Electrical Manufacturers Association and one or two other industrial bodies, and I spoke precisely to this point.

My point is that if this committee decides to recommend to the Government of Canada a particular path that will reduce dependence upon oil as a source by moving into other energy sources that are really much more expensive, the result is to lower the efficiency of our over-all energy performance in the country. I do not ever like to say I prefer alternative energy sources. I am a conservationist; I very much want this country to be conservative and to get away from big energy solutions. But I do not want that to happen through, and I do not want to protect the environment by adopting, technologies that are markedly more expensive than those we use at the present time, because we are already in a highly vulnerable position.

Our energy costs are very much higher than those of any other industrial country. Our energy use is much higher than that of any other industrial country already, and if you go into a new technique, for strategic reasons, to cut down on oil use, if you go into techniques that are still less efficient than the ones we are using at the present time, you lower our competitive position. This does not have a direct bearing on environment. I was speaking to a different thing at that point; the question of the over-all industrial performance of the country. The fact is that it is going to take us decades to reduce our dependence upon big energy and we have not even started the process.

Mr. Gurbin: So you are just leaving environmental impact out of the equation?

Mr. Hare: No, not entirely. If I were an environmentalist, that is to say, simply a protector of the environment, fire. You

[*Traduction*]

faire et c'est pourquoi il m'est difficile de formuler la question. Je ne sais pas trop bien comment organiser toutes les données pour poser la question convenablement. Je sais que toute forme d'énergie ou tout système d'énergie que nous commencerons à utiliser nous coûtera quelque chose sur le plan de l'environnement et également en dollars s'il est meilleur pour ce qui concerne la pollution. Toutefois, vous ajoutez l'efficience à cette équation, du moins je le pense.

M. Hare: C'est ce que j'ai fait.

M. Gurbin: Dans ce cas, je ne suis pas certain, pour commencer, d'avoir bien compris ce que vous dites. Si j'ai bien compris, je me demande comment vous pouvez nous convaincre et comment vous pensez que nous devrions aborder cette question, d'abord à titre de comité et ensuite en tant que nation. Je comprends les avantages qu'il y a à utiliser moins d'énergie pour obtenir la même quantité de production, comme le fait la France. Il y a un avantage général considérable, en ce sens que pour produire le pétrole, nous n'avons pas à investir dans les sables bitumineux et les usines. Nous pouvons utiliser nos capitaux ailleurs. Et ces facteurs sont toujours soulevés. Toutefois, je ne comprends pas très bien comment l'environnement entre ici en ligne de compte.

M. Hare: Monsieur le président, je vous laisserai un exemplaire de la communication que j'ai présentée à la Conférence sur l'économie, l'énergie et l'électricité tenue à Toronto le 15 octobre. Cette conférence était organisée par le gouvernement de l'Ontario, l'Association nucléaire du Canada, l'Association canadienne des manufacturiers électriciens et un ou deux autres organismes industriels. J'y ai traité précisément cette question.

Ce que je soutiens, c'est que si votre comité décide de recommander au gouvernement canadien une certaine orientation susceptible de diminuer notre dépendance du pétrole en exploitant d'autres sources d'énergie qui sont vraiment bien plus coûteuses, le résultat sera une diminution de l'efficience de notre rendement énergétique général. Je n'aime pas dire que je préfère d'autres sources d'énergie. Je suis partisan de la conservation et je voudrais que notre pays soit conservateur et rejette les grandes solutions énergétiques. Mais je ne voudrais pas que cela se produise et je ne voudrais pas protéger l'environnement s'il faut, pour cela, adopter des techniques qui sont sensiblement plus coûteuses que les techniques actuelles parce que nous sommes déjà dans une situation très vulnérable.

Nos coûts énergétiques sont déjà bien plus élevés que ceux de tout autre pays industriel. Notre consommation d'énergie est bien plus élevée que celle de tout autre pays industriel et si, pour des raisons stratégiques, on adopte une nouvelle technique afin de diminuer la consommation de pétrole, et si les nouvelles techniques sont encore moins efficaces que nos techniques actuelles, on affaiblit nos possibilités de concurrence. Cela n'a pas de conséquence directe pour l'environnement. Je parlais alors d'autre chose. Je parlais du rendement industriel général de notre pays. Le fait est qu'il nous faudra des décennies pour réduire notre dépendance des grandes sources d'énergie et nous n'avons même pas encore commencé.

M. Gurbin: Vous laissez donc de côté les conséquences pour l'environnement?

M. Hare: Pas complètement. Si j'étais environnementaliste, c'est-à-dire simplement un protecteur de l'environnement, je

[*Text*]

must have heard plenty of them. They are all over the place. Incidentally, in another guise I am; I get into this business too. But I am not just that. If I had to choose between protecting the environment and using more expensive energy I would be very cautious before I used expensive energy, even though we have a big supply of it, because of the weak position we have already put ourselves in by consuming so much energy.

• 1640

I realize this is a complicated point, sir, but I really do want to try to ram it home, if this is new to this committee. The fact is that Canada uses more energy per buck—not per person but per buck—than any other industrial country, and if you are then going to take cheap, efficient oil and replace it with something that is much more expensive, even though it protects the environment, I am against it because we simply cannot afford it.

The Chairman: We will have to go on to Mr. MacBain now. Mr. Clay and Mr. Graham have a couple of questions following that.

Mr. MacBain: Thank you, Mr. Chairman. I have just one question. I may have missed the point because of my lack of scientific training, but it seemed to me you said oil and gas were one thing as compared with coal when you go to discuss carbon dioxide in the atmosphere. I do not see the difference. If you take oil, refine it and make gasoline, there is combustion, and that gives out carbon dioxide; probably other things too, but let us go to carbon dioxide waste. If you take coal and make synthetic fuel out of it there would be combustion, and surely it would let off carbon dioxide too. I do not see the difference and I must be missing something very important.

Mr. Hare: Sir, first of all, I must apologize for the poor way in which I said it. I did not know what this committee wanted me to do until I got here and I did not have any time to prepare a carefully worded statement. Forgive me then if I was a bit obscure.

To produce a kilowatt hour of electricity, or the equivalent of motion in a car or the equivalent in the warming of your house by a log fire, you would release at least 50 per cent more carbon if you did it with coal than if you did it with oil because of the inefficiency of coal conversion processes.

Mr. MacBain: That is what I have missed.

Mr. Hare: There is no way you can make coal go neatly into a cylinder and explode. You do get an awfully good deal out of oil and gas.

Mr. MacBain: I will just clear it up and then I am finished.

The Chairman: Sure.

Mr. MacBain: I have now got the point, I think. What you are saying is that to get a given amount of energy from oil you are going to have X amount of carbon dioxide; to get an equal

[*Translation*]

dirais oui. Vous avez dû en avoir beaucoup comme témoins. Ils sont partout. Par un certain côté, je le suis un peu moi aussi, je m'occupe de ces questions. Mais je ne suis pas seulement cela. Si j'avais le choix entre protéger l'environnement et utiliser plus d'énergie coûteuse, je serais très prudent avant d'utiliser de l'énergie coûteuse, même si nous avons d'énormes ressources, à cause de la faiblesse de la situation où nous nous sommes placés en consommant trop d'énergie.

Je sais que cette question est compliquée, mais je voudrais essayer de me faire comprendre si c'est la première fois qu'on en parle à votre comité. C'est un fait que le Canada utilise plus d'énergie par dollar, non pas par personne, mais par dollar que tout autre pays industriel. Et si, pour remplacer le pétrole bon marché et efficace, on prend une solution qui est bien plus coûteuse, je serais contre, même si elle protège l'environnement, parce que nous n'avons tout simplement pas les moyens de le faire.

Le président: Je dois maintenant donner la question à M. MacBain. M. Clay et M. Graham auraient aussi ensuite quelques questions à poser.

M. MacBain: Merci, monsieur le président. J'ai une seule question. J'ai peut-être mal compris, à cause de ma faible formation scientifique, mais sauf erreur, vous avez dit que le pétrole et le gaz étaient une chose, comparativement au charbon, quand on parle de l'émission de dioxide de carbone dans l'atmosphère. Je ne vois pas la différence. Si l'on prend du pétrole, qu'on le raffine et qu'on en fait de l'essence, il y a combustion et cela produit du dioxide de carbone, et peut-être d'autres choses aussi, mais tenons-nous en aux déchets de dioxide de carbone. Si l'on prend du charbon pour en faire un combustible synthétique, il y a ensuite combustion et cela produit certainement du dioxide de carbone. Je ne vois pas la différence et il y a probablement un point très important qui m'échappe.

M. Hare: Je dois tout d'abord vous demander de m'excuser, monsieur, pour la mauvaise présentation que j'ai faite. Avant d'arriver ici, je ne savais pas ce que le comité voulait de moi et je n'ai pas eu le temps de préparer une déclaration bien rédigée. Veuillez donc m'excuser si je n'ai pas été assez clair.

Pour produire un kilowatt/heure d'électricité ou l'équivalent en mouvement d'une voiture ou l'équivalent en chauffage d'une maison par un feu de bois, il faudrait produire au moins 50 p. 100 plus de carbone si on utilise du charbon plutôt que du pétrole à cause de la faible efficience du processus de conversion du charbon.

M. MacBain: C'est bien ce que je n'avais pas compris.

M. Hare: Il n'y a aucun moyen d'introduire du charbon proprement dans un cylindre et de le faire exploser. On le fait très facilement avec du pétrole et du gaz.

M. MacBain: Encore quelques précisions et ensuite, j'ai terminée.

Le président: Allez-y.

M. MacBain: Je crois maintenant avoir bien compris. Ce que vous dites, c'est que pour obtenir un certain montant d'énergie à partir du pétrole, il faut produire un montant X de

[*Texte*]

amount of energy from coal you are going to have X-plus in carbon dioxide twice as much.

Mr. Hare: You are going to have 1.5X or maybe 2X in some cases. In the case of some of the poorer forms of oil, like the tar sands and oil shale, it might be 3X, because you have to keep burning a great deal of energy in order to get the oil out in the first place. So it is not just coal, it is the inefficient forms of oil as well of which this is true.

Mr. MacBain: Right, Mr. Chairman. He is saying that the problem is not just coal. When you start getting the other forms from Syncrude where getting it out is difficult, heavy oil, for example, there is also a problem there; but the problem is when the combustion takes place. I do want to make sure I understand that. It is when the final combustion in an engine takes place, wherever the fuel came from, either from coal or from oil. That is when the problem of carbon dioxide takes place.

Mr. Hare: That is one of the places, but that is not it entirely. Let us go to Alberta, for example. At the moment, the gas in your car is coming out of wells in Alberta. It is true that a certain amount of energy is used to refine it, but on the whole it gets into your car and then releases carbon out of the exhaust pipe, giving you a considerable amount of usable energy and heat. To get the oil that is in the tar sands, out of the tarsands you have to inject steam, and that steam has to be generated by burning more carbon or nuclear. Some people have suggested we might do it with nuclear reactors.

Mr. MacBain: But if you do not, you are going to get more carbon.

Mr. Hare: If you do not; if to generate the steam that is required to lower the viscosity you burn some oil or burn some coal or burn some wood or something. And that is on top. At the end of it your car will get the same amount of gas but a considerable amount of carbon and energy will already have been wasted.

• 1645

Mr. MacBain: Right; I think you got the point. Thank you, Mr. Chairman.

The Chairman: Thank you. Mr. Clay and then Mr. Graham.

Mr. Dean Clay (Committee Project Manager): Thank you, Mr. Chairman. First, I have a question regarding the carbon cycle itself, Dr. Hare. Do you see any indication that as the concentration of carbon dioxide builds up in the atmosphere the rate of absorption in the oceans, or whatever other sinks are available, will change or do you see it basically being a one-to-one relationsihp between our use of hydrocarbons and accumulation in the atmosphere?

Mr. Hare: It certainly is not a one-to-one relationship, sir. It is a 0.5 to 1 relationship right now.

[*Traduction*]

dioxide de carbone; pour obtenir la même somme d'énergie à partir du charbon, il faut produire la somme X plus de dioxide de carbone, soit deux fois plus.

M. Hare: Il faut compter 1.5X ou peut-être 2X dans certains cas. Si l'on utilise certains pétroles pauvres comme les sables ou les schistes bitumineux, ce sera peut-être 3X parce qu'il faut consommer énormément d'énergie pour extraire le pétrole. On peut dire la même chose de toutes les formes de pétroles inefficaces et non seulement du charbon.

M. MacBain: Voilà, monsieur le président, il vient de dire que le problème ne se rattache pas uniquement au charbon. Quand on commence à utiliser les autres formes de pétrole de Syncrude, où il est difficile d'extraire le pétrole, le pétrole lourd, par exemple, il se pose un problème. Mais le problème se pose au moment de la combustion. Je veux être sûr de bien comprendre cela. Est-ce au moment de la combustion finale dans un moteur, peu importe d'où le combustible est venu, du charbon ou du pétrole, que survient le problème de la production de dioxide de carbone?

M. Hare: C'est l'un des endroits, mais non pas exclusivement. Parlons un peu de l'Alberta, par exemple. En ce moment, l'essence que vous utilisez dans votre voiture provient des puits de l'Alberta. Il est vrai qu'une certaine quantité d'énergie est utilisée pour le raffiner, mais de façon générale, il arrive dans votre voiture et produit des émanations de carbone par le tuyau d'échappement, vous donnant un montant considérable d'énergie et de chaleur utilisable. Pour extraire le pétrole qui se trouve dans les sables bitumineux, il faut injecter de la vapeur et cette vapeur doit être produite par la combustion de carbone ou au moyen de l'énergie nucléaire. Des gens ont proposé de le faire au moyen d'un réacteur nucléaire.

M. MacBain: Mais si on ne le fait pas, on va produire plus de carbone.

M. Hare: Si on ne le fait pas. Si pour produire la vapeur nécessaire pour éclaircir la viscosité, vous brûlez du pétrole ou du charbon ou du bois ou autre chose. Et cela s'ajoute au reste. A la fin de l'opération, votre voiture recevra la même quantité d'essence, mais un montant considérable de carbone et d'énergie aura déjà été gaspillé.

M. MacBain: Bon, je crois avoir bien compris. Merci, monsieur le président.

Le président: Merci, monsieur Clay, ensuite monsieur Graham.

M. Dean Clay (directeur de projet pour le comité): Merci, monsieur le président. Je voudrais d'abord poser à M. Hare une question au sujet du cycle du carbone. D'après vos observations, croyez-vous qu'avec une plus forte concentration de dioxide de carbone dans l'atmosphère le taux d'absortion par les océans ou par d'autres fosses se modifiera ou pensez-vous que le rapport demeurera fondamentalement d'un à un entre notre utilisation d'hydrocarbures et les accumulations dans l'atmosphère?

M. Hare: Ce n'est certainement pas un rapport d'un à un. Le rapport est présentement de 0.5 à 1.

[*Text*]

Mr. Clay: Do you foresee any change in that rate?

Mr. Hare: I think probably not, but we do not know enough about the oceans to be sure about this. The oceans obviously are a tremendous store into which you can hope that it will continue to transfer. The biggest uncertainty of all is the amount that will go into the oceans and by what mechanisms. The oceanographer just cannot tell us. At the moment, for example, the oceanographers are unhappy about the amount that we say they have to take now, and we tell them that somehow or other they have to absorb what the atmosphere is not picking up and that is currently something like 2.7 billion tons per annum that has to go into the ocean.

It has to be going some place and the ocean is the only obvious place for it to go, but the oceanographers have a pretty good idea how fast gas is getting into the oceans because the oceans have been absorbing bomb debris tritium for a long time and enhanced levels of carbon 14, also from bomb testing, so you can work out roughly how fast the ocean will absorb. At the moment it does not seem to be absorbing the carbon dioxide fast enough and the plain fact is we just do not know where the missing carbon is going, so all we can do for the future is to assume various levels of absorption by the ocean.

The scenarios that I am going to be working out tomorrow with the National Research Council assume that, for example, 40 per cent goes into the ocean, 50 per cent goes into the ocean, 60 per cent goes into the ocean, and you just hope that the ocean is going to go on doing that. It is not a very satisfactory calculation.

Mr. Clay: Is that NRC address one of the documents you referred to that you could leave with us?

Mr. Hare: I have not written the NRC address yet, sir. I always write my addresses after I give them, but I will leave the Oxford address that contains much of the same material.

Mr. Clay: All right. You also referred to the subject of risk analysis and, in particular, Mr. Inhaber's report, which has come in for quite a bit of criticism, and even that report is a relatively simplified look at risk analysis and really does not look at environmental concerns. Do you see any means by which our society could improve the way in which it addresses environmental concerns prior to their becoming such large problems?

Mr. Hare: I am very much of the opinion that the key to that answer is the still further improvement in the performance of the engineering profession. I do not see environmental impact assessment, the kind of thing that we are into at the present time, as a satisfactory way of treating these questions. The plain fact is that when major decisions have to be taken, governments often find themselves compelled to ignore the mechanisms they have set up themselves. This happens, for example, in Ontario where the Government of Ontario has, on several occasions, ignored its own legislation, which it is perfectly legal to do, incidentally, because the legislation leaves that loophole open the minister, so I do not think the

[*Translation*]

M. Clay: Pensez-vous que ce rapport changera?

M. Hare: Je ne le pense pas, mais nous ne connaissons pas assez les océans pour en être certains. Les océans ont de toute évidence une immense capacité d'emmagasinement et nous espérons que le carbone continuera de s'y faire absorber. Ce que nous savons le moins, c'est la quantité qui ira dans les océans et par quel mécanisme. Les océanographes ne peuvent le dire. En ce moment, par exemple, les océanographes ne sont pas contents quand on leur dit ce que les océans doivent absorber, quand on leur dit que d'une façon ou d'une autre, il leur faut absorber ce que l'atmosphère rejette et à l'heure actuelle, c'est de l'ordre de 2.7 milliards de tonnes par année qui doivent aller dans l'océan.

Ces retombées doivent aller quelque part et l'écéan semble l'endroit tout désigné, mais les océanographes savent assez bien à quel rythme le gaz s'accumule dans les océans parce que l'océan absorbe depuis longtemps le tritium provenant des retombées des bombes ainsi que des niveaux élevés de carbone 14 produit également par les essais de bombes, de sorte qu'ils savent à peu près à quel rythme l'océan peut absorber des déchets. A l'heure actuelle, ils ne semble pas absorber le dioxide de carbone assez rapidement et la vérité vraie, c'est que nous ne savons pas où va le carbone manquant, de sorte que tout ce que nous pouvons faire pour l'avenir, c'est de supposer différents niveaux d'absorption par l'océan.

Les scénarios dont je vais parler demain au Conseil national de recherches supposent, par exemple, que l'océan absorbera 40 p. 100, 50 p. 00 ou 60 p. 100 et nous espérons tout simplement que l'océan continuera à absorber les mêmes quantités. Ce n'est pas un calcul très satisfaisant.

M. Clay: Cette communication au CNR est-elle l'un des documents que vous allez déposer ici.

M. Hare: Je n'ai pas encore rédigé ma communication au CNR. Je rédige toujours mes communications après les avoir prononcées, mais je vous laisserai le mémoire que j'ai présenté à Oxford et qui traite à peu près les même questions.

M. Clay: C'est très bien. Vous avez aussi parlé de l'analyse du risque et en particulier du rapport de M. Inhaber, qui a été passablement critiqué. Ce rapport est une étude relativement simplifiée de l'analyse de risques et il n'étudie pas vraiment les questions d'environnement. Voyez-vous comment notre société pourrait améliorer sa façon de traiter les questions d'environnement avant qu'elles ne deviennent des problèmes aussi importants?

M. Hare: Je pense, pour ma part, que la clé de la réponse à cette question exige une amélioration du rendement des ingénieurs. Je ne pense pas que les évaluations de l'impact pour l'environnement comme celles qui se font à l'heure actuelle soient des moyens satisfaisants de traiter ces questions. Le fait est qu'au moment de prendre de grandes décisions, les gouvernements se voient souvent obligés d'ignorer les mécanismes qu'ils ont eux-mêmes mis sur pied. Cela se produit, par exemple, en Ontario où le gouvernement, à plusieurs occasions, n'a tenu aucun compte de sa propre loi. Disons, en passant, qu'il a parfaitement le droit de procéder ainsi, à cause des échappatoires offertes aux ministres par la loi même. Je ne

[*Texte*]

environmental impact assessment process is an adequate way of protecting the environment.

I think the proper way to protect the environment is a very thorough understanding of the issues, a public understanding of the issues, and their incorporation into the industrial and engineering design processes, and that is why I spend most of my time shouting at deans of engineering and engineering professional societies. I would much sooner see good design and good over-all industrial strategies adopted, rather than the one ad hoc kind of thing that we get at the present time through the environmental impact assessment process, which was wished on the world by the Americans, bear in mind. It was their idea and it has been innovated in almost every country in the world, and I do not think it works anywhere to protect the environment satisfactorily.

• 1650

Mr. Clay: I think even a process like that would perhaps not address some of the really subtle effects that have been sprung upon us years after, say, the introduction of a new chemical or a new technology, and I am not sure to what extent you feel that would also perhaps give us a better idea of some of the economic costs of environmental impacts, which seem to be in an even more rudimentary state of evaluation.

Mr. Hare: I think our track record in trying to foresee the future implications of technology is poor environmentally and disastrous economically. I think our economic forecasting capability is laughable; we just do not know how to foresee the cost implications of what we do. We try, of course, and the economists make an honest shot at it, but if you read the literature written five years ago as to what is supposed to be happening in 1980, it is better than the comic page of the newspaper, much better.

Mr. Clay: I will ask a final question. It is somewhat hypothetical, but it has been suggested to this committee by some witnesses that the likely shape of Canada's future energy system and that of most industrial nations will be a system largely devoted to electricity and hydrogen, what are called energy currencies and nuclear power, and perhaps fusion in particular, well into the next century may be the principal way of generating that electricity. As someone with strong environmental concerns, do you see any particular problem with that type of energy future?

Mr. Hare: I have some scepticism about the feasibility of fusion as an industrial technique. As I have said, I am not an electrical engineer. I have tried to stay as close to it as I can. Bennett Lewis, who was the principal developer of the CANDU reactor, is still sceptical and Bennett has not been wrong very often in his life. His judgment is good enough for me. I do not expect fusion would be a significant energy source for a long time to come. I could be wrong, and I rather hope I am, because obviously it seems to present less problems, particularly waste management, than existing fission techniques. If it were feasible, I would be all in favour of it.

[*Traduction*]

pense donc pas que les évaluations de l'impact pour l'environnement soient un moyen suffisant de protéger l'environnement.

Le meilleur moyen de protéger l'environnement viendra d'une parfaite connaissance du problème, d'une bonne compréhension du problème par le public et une inclusion des solutions dans les devis industriels et techniques. Et c'est pourquoi je passe beaucoup de mon temps à essayer de convaincre les doyens des facultés de génie et les associations d'ingénieurs. Pour moi, la solution viendra des devis et de saines stratégies industrielles globales, plutôt que de l'unique solution ad hoc que nous offre à l'heure actuelle l'évaluation de l'impact pour l'environnement laquelle, soit dit en passant, a été imposée au monde par les Américains. C'était leur idée et elle a été implantée dans presque tous les pays et je pense qu'elle ne donne nulle part des résultats satisfaisants pour protéger l'environnement.

M. Clay: Je pense même que cette méthode ne pourrait pas tenir compte des effets vraiment subtils qui ne sont révélés des années plus tard comme, par exemple, l'apparition d'un nouveau produit chimique ou d'une nouvelle technique et je me demande dans quelle mesure vous pensez que cela pourrait peut-être nous donner une meilleure idée de certains des coûts des conséquences pour l'environnement dont l'évaluation semble être à une étape encore plus rudimentaire.

M. Hare: Je crois que nos tentatives de prédire les implications de la technologie ont donné de piètres résultats pour l'environnement et des résultats désastreux pour l'économie. Notre capacité de prévision économique est risible. Nous ne savons tout simplement pas prédire le coût de ce que nous faisons. Nous essayons, bien sûr, et les économistes font de leur mieux, mais si vous lisez ce qui s'est publié il y a 5 ans au sujet de ce qui devait se produire en 1980, vous verrez que c'est meilleur que les bandes dessinées d'un journal, bien meilleur.

M. Clay: Une dernière question. Elle est peut-être un peu hypothétique, mais certains témoins ont dit à notre comité que dans l'avenir, le système énergétique du Canada et celui de la plupart des nations industrialisées seront en grande partie axés sur l'électricité et l'hydrogène, sur ce qu'on appelle des devises énergétiques, et l'énergie nucléaire, et peut-être sur la fusion en particulier qui, au cours du prochain siècle, pourrait devenir le principal moyen de produire de l'électricité. Vous qui êtes préoccupé des questions d'environnement, pensez-vous que ce genre d'avenir énergétique pose des problèmes particuliers?

M. Hare: J'ai encore certains doutes au sujet de la possibilité de réaliser la fusion comme technique industrielle. Mais, je le répète, je ne suis pas un ingénieur électricien. J'ai essayé de ne pas trop m'en éloigner. Bennett Lewis, qui fut le principal créateur du réacteur CANDU, a encore des doutes et Bennett ne s'est pas trompé très souvent dans sa vie. Son jugement est assez bon pour moi. A mon avis, la fusion ne sera pas une source importante d'énergie avant bien longtemps. Je pourrais me tromper, et en fait je l'espère, parce que de toute évidence elle soulève moins de problèmes, surtout en ce qui regarde la gestion des déchets, que les techniques existantes de fission. Si elle était réalisable, je serais tout à fait en faveur.

[*Text*]

I find it virtually impossible to see the long-term future at all in this field, sir. I am in the habit of using only hypothetical scenarios. The difference between a working scientist and a politician is that the working scientist can pick things up and reject them at will. We can play with things in the computer but, of course, a politician cannot do that. He is playing with people's lives when he tries, so I yield the floor, Mr. Chairman, to the politician in answer to that question.

The Chairman: I thought you were going to say that we live in a dream world and you did not.

Mr. Hare: Oh, no; you live in the real world.

Mr. MacBain: I found a very pessimistic mood if I caught that last . . .

Mr. Hare: I did not really finish the answer, sir. I am pessimistic about fusion and sceptical about very expensive alternative energy sources as I have explained.

I think you cannot afford to go to any alternative energy source that costs a great deal more than oil costs at the present time, but I am not pessimistic about the over-all outcome of the present situation. I think we tend to underestimate the quite extraordinary ingenuity of the human species. I think we probably shall find a way out of the present box. Perhaps it will be partly technological, but I think it will also be social, an avoidance of heavy energy use techniques in getting the good life going. So I am not really a pessimist.

I have been put in the position of responding to questions to which I have pessimistic answers, but I do not believe we are on the skids. In fact—and I recognize this is an unpopular place to say it—if we were prepared to pay the price; if, for example, we would accept the inevitability of the present world price of oil within our own country, I personally believe that would be a stimulus to just exactly that kind of ingenuity, to get alternatives.

Nobody is going to waste oil at $60 a barrel, which is just around the corner. Everybody is going to waste it at $3.50 a barrel. We have only just begun to make the process of finding more efficient solutions and I think we shall find them, sir. But I think they will probably be radically different from anything that you have heard in the way of expert testimony in your hearings here at the present moment. I know that is not much of a consolation to a committee. I do not think we know the answers yet, I think they will come.

• 1655

Mr. Clay: I am not sure what time your address at NRC will be over tomorrow, but if it is early enough, Dr. Post and Dr. Emmett from Lawrence Livermore National Laboratories will be our witnesses at 3.30 tomorrow afternoon on the subject of fusion energy, and if you have an opportunity you might want to attend.

Mr. Hare: They are both notorious optimists, I should warn the committee.

[*Translation*]

Je pense qu'il est virtuellement impossible d'imaginer l'avenir à long terme dans ce domaine. J'ai l'habitude de n'utiliser que des scénarios hypothétiques. La différence entre un scientifique au travail et un politicien, c'est que le scientifique peut choisir des solutions puis les rejeter quand il le désire. Nous pouvons verser ce que nous voulons dans l'ordinateur, mais le politicien, lui, ne peut faire cela, car alors, il joue avec la vie des gens. Pour répondre à cette question, monsieur le président, je céderai donc la parole aux politiciens.

Le président: Je pensais que vous alliez nous dire que nous vivons dans un monde imaginaire, et pas vous.

M. Hare: Mais non. Vous vivez dans le monde réel.

M. MacBain: Je vous ai trouvé bien pessimiste, si j'ai bien compris votre dernière . . .

M. Hare: Je n'avais pas complété la réponse. Je suis pessimiste au sujet de la fusion et sceptique au sujet des énergies de remplacement qui coûtent très cher, comme je l'ai expliqué.

Je pense que nous n'avons pas les moyens de choisir une source d'énergie qui coûte beaucoup plus cher que ce que coûte le pétrole à l'heure actuelle, mais je ne suis pas pessimiste au sujet du dénouement éventuel de la situation présente. Nous avons tendance à sous-estimer l'ingéniosité assez extraordinaire de l'espèce humaine. Nous trouverons probablement un moyen de sortir du trou. La solution sera peut-être en partie technologique, mais à mon avis elle sera aussi sociale. Nous trouverons un moyen d'éviter les utilisations massives de techniques d'énergie pour retrouver la bonne vie. Je ne suis donc pas du tout pessimiste.

J'ai été obligé de répondre à des questions auxquelles j'avais des réponses pessimistes, mais je ne crois pas que nous soyons sur une mauvaise pense. Ce n'est peut-être pas l'endroit tout désigné pour le dire, mais je pense que si nous étions prêts à payer le prix, si, par exemple, nous acceptions l'inévitabilité de payer les prix mondiaux pour le pétrole à l'intérieur de notre pays, je crois personnellement que ce serait précisément un stimulant pour inciter cette sorte d'ingéniosité à rechercher des solutions nouvelles.

Personne ne songera à gaspiller du pétrole à $60 le baril, ce que nous allons payer très bientôt. Mais tout le monde est porté à gaspiller du pétrole à $3.50 le baril. Nous venons à peine de commencer à découvrir des solutions plus efficaces et je crois que nous allons les trouver. Mais je crois aussi que ces solutions seront probablement bien différentes de tout ce dont vous ont parlé les experts qui sont venus témoigner devant vous. Je sais que ce n'est pas très réjouissant pour le comité, mais les réponses, nous ne les connaissons pas encore. Elles viendront.

M. Clay: Je ne sais pas à quelle heure votre conférence au CNR sera terminée demain, mais s'il n'est pas trop tard, M. Post et M. Emmett, des Laboratoires nationaux Lawrence Livermore, seront nos témoins à 3 h 30 demain après-midi et ils nous parleront de l'énergie de fusion. Si vous aviez une chance, peut-être aimeriez-vous les entendre.

M. Hare: J'aimerais avertir le comité que ce sont deux incorrigibles optimistes.

[*Texte*]

The Chairman: Okay. Mr. Graham, and then we will go on to our next witness who has waited patiently for a long time.

Mr. J. Graham (Research Officer): Thank you. You have suggested that we should not move to an energy form that is more expensive than oil but, if I am not mistaken, you have not suggested an alternative that is cheaper. Am I right?

Mr. Hare: That is quite right. I said that the scientist has the luxury of being able to make irresponsible suggestions.

Mr. MacBain: Just like the opposition, and not particularly the ones here alone either.

The Chairman: You could not pass that one up, could you?

Mr. MacBain: No, I could not, Mr. Chairman, I am sorry.

Mr. Hare: What I am saying is that I hope this country will not get out of oil and will not have to get out of oil for quite a long time to come because it is such an extraordinary good form of energy, and so is natural gas. If we had access to strategically safe and cheap sources of oil, where we could control the price ourselves, I would be all in favour of it, I would not be looking for an alternative. If you look back through the record at what I said, if for strategic reasons we are compelled to move out of oil, then moving into something that is a great deal more expensive will weaken our industrial position very badly. That is why I would like to see us stay with oil until the answers that Mr. MacBain pried out of me a few moments ago are forthcoming. I do not know of any better way to go than oil and natural gas within the next decade from the point of view of the ordinary requirements of the Canadian economy. But if the price puts it outside our reach, if we are blackmailed—you must have said this many times, Mr. Chairman, but it seems to me it is very likely the entire Persian Gulf will go up in flames in the next, perhaps 12 months, it is a tinderbox—we may, therefore, be forced to make these choices long before we have got the right technological answers. If we are and we have to make good whatever we do about it, it will unfortunately be in the direction of increasing cost and probably increasing environmental burden.

Mr. Graham: Some people have suggested to us that we in Canada put greater emphasis on utilizing biomass as an energy source. Would you have any comments to make on what effect that would have on the carbon dioxide content of the atmosphere since vegetation is a zinc for CO_2?

Mr. Hare: The feasible ways of developing biomass energy, apart from the use of farm wastes and things of this kind which I think makes good sense when the price is right, are obviously to grow woody species like hybrid poplars, or certain kinds of eucalypt in the warmer countries. The actual amount of storage is pretty low because you try to harvest the crop as fast as you can. I mean, there are certain species in certain tropical countries where you can get a reasonable return in

[*Traduction*]

Le président: C'est très bien. M. Graham posera une question et ensuite nous entendrons notre prochain témoin qui attend patiemment depuis longtemps.

M. J. Graham (agent de recherche): Merci. Vous nous avez dit que nous ne devrions pas adopter une forme d'énergie qui coûte plus cher que le pétrole, mais sauf erreur, vous n'avez proposé aucune solution de rechange qui coûte moins cher, n'est-ce pas?

M. Hare: Vous avez raison. J'ai dit que le scientifique pouvait se payer le luxe de faire des suggestions irresponsables.

M. MacBain: Tout comme les membres de l'opposition et non pas particulièrement ceux qui font partie de notre comité.

Le président: Vous ne pouviez rater cette occasion, n'est-ce pas?

M. MacBain: Non, certainement pas, monsieur le président; je m'excuse.

M. Hare: Ce que j'ai dit, c'est que j'espère que notre pays n'aura pas à abandonner le pétrole avant bien longtemps parce que c'est une forme d'énergie extrêmement bonne, comme le gaz naturel. Si nous avions accès à des sources de pétrole stratégiquement sûres et bon marché où nous pourrions contrôler le prix nous-mêmes, je serais tout à fait en faveur et je ne chercherais pas d'autre forme d'énergie. Si vous relisez ce que j'ai dit, vous verrez qu'à mon avis, c'est pour des raisons stratégiques que nous devons envisager de remplacer le pétrole et si nous adoptons des formes d'énergie qui coûtent bien plus cher, nous affaiblirons dangereusement notre situation industrielle. C'est pourquoi nous devrions conserver le pétrole tant que les réponses que M. MacBain m'a arrachées tout à l'heure ne seront pas devenues des réalités. Je ne connais aucune formule meilleure que le pétrole et le gaz naturel d'ici la prochaine décennie pour répondre aux besoins ordinaires de l'économie canadienne. Mais si le prix en fait un produit inabordable et si nous sommes victimes de chantage—vous avez dû en parler bien souvent, monsieur le président, mais il me semble tout à fait plausible de penser que tout le Golfe Persique pourrait être la proie des flammes d'ici peut-être 12 mois parce qu'il est très explosif—peut-être serons-nous obligés de faire ces choix longtemps avant d'avoir trouvé les bonnes réponses technologiques. Si cela se produit, nous devrons faire pour le mieux et il faudra malheureusement prendre des décisions qui augmentent les coûts et qui seront probablement dommageables pour l'environnement.

M. Graham: Des gens ont suggéré que le Canada devrait insister davantage sur l'utilisation de la biomasse comme source d'énergie. Pourriez-vous nous dire quels en seraient les effets en ce qui a trait au contenu de dioxide de carbone dans l'atmosphère, attendu que la végétation absorbe le CO_2?

M. Hare: Pour réussir à tirer l'énergie de la biomasse, sans parler de l'utilisation des déchets de la ferme et de choses de ce genre, solutions logiques quand le prix sera raisonnable, le meilleur moyen serait évidemment de faire pousser des essences d'arbres comme des peupliers hybrides ou certaines espèces d'eucalyptus dans les régions chaudes. Le niveau actuel d'entroposage est assez faible parce qu'on s'efforce de récolter aussi vite que possible. Je veux dire que pour certaines essen-

[*Text*]

only three years; in other words, you can do a rotation, take the stuff off the land every three years. The actual amount of storage of carbon that is implicit in the use of the biomass conversion techniques is not very great, not nearly as great as virgin forest would store, for example. Nevertheless, since you raise the point, and I did not get around to it, I am very much in favour of experiments in the biomass direction, particularly because it seems to me that we have a large amount of land in this country which is not a prime target for advanced forestry because it never will yield adequately to the forest industry but may, in fact, be capable of being harvested, particularly the poplars. It therefore seems to me to be a possibility that we can make much better use of the marginal land of the country by this technique. So I am all in favour of it. But I do not think it has a very marked bearing on the carbon question I raised earlier.

• 1700

Mr. Graham: All right. Just one clarification on a statement you made earlier. You said you had not decided yet whether or not the increased carbon content in the atmosphere will have a beneficial or detrimental effect on the earth. I would think if traditional precipitation patterns do change, the chaos that will cause in agriculture alone, whether or not over-all production ultimately could increase, would be very bad for maintaining world stability.

Mr. Hare: Yes, that would certainly be true if it happened overnight. If it happens slowly, then the history of world agriculture is that agriculture would adapt. And the changes we foresee as a result of the carbon build-up are likely to be quite slow. I cannot say they are certain to be slow, but I think they are likely to be slow.

In the advanced countries, the agricultural professions are quite extraordinarily versatile, and I think they could produce the technology that would enable the farmer to stay put and still use his land productively, at least within this country and the United States. I am not so sure it would be true of the Third World countries. The major threat out of the disruption to which you refer seems to me to occur among the desert margin, where the countries are all poor, where technology is absolutely abysmal, and where the opportunities for technology transfer are also pretty poor. I think that is where the greatest hazards lie. I think "disruption" is not the word I would use, but continued stress over the next 50 years—yes, I would say that is the case. And we in this country are likely to come out of it a lot better than most others, in my judgment.

Mr. Graham: Unless a world conflict is set up because of this.

Mr. Hare: Yes, exactly. The internal interests of this country are not likely to be seriously affected. I think in fact on balance it might be a good thing for us, as I said. But obviously, we live in an interconnected world, and if the world goes up in flames, we go down with it.

[*Translation*]

ces, dans certaines régions tropicales, on peut obtenir un rendement raisonnable en seulement trois ans. Autrement dit, on fait une culture par rotation et on déboise tous les trois ans. Le montant réel d'entreposage du carbone qui découle de l'utilisation des techniques de conversion de la biomasse n'est pas très considérable, en tout cas bien inférieur à ce que des forêts vierges pourraient entreposer, par exemple. Mais comme vous avez soulevé la question et que je n'en ai pas parlé, je dirai que je suis très en faveur des expériences dans le domaine de la biomasse, surtout qu'à mon avis, nous avons beaucoup de terres, au Canada, qui ne se prêtent pas en priorité aux techniques avancées de foresterie parce qu'elles n'auront jamais un rendement satisfaisant pour les besoins de l'industrie forestière, mais qui pourraient très bien produire des peupliers, par exemple. Cette technique pourrait très bien nous permettre de faire une meilleure utilisation de nos terres pauvres. Je suis donc tout à fait en faveur. Mais je ne crois pas que cette technique ait des conséquences très nettes pour ce qui concerne le carbone, dont j'ai déjà parlé.

M. Graham: Très bien. J'aimerais maintenant obtenir une précision au sujet d'une de vos déclarations. Vous avez dit que vous n'aviez pas encore décidé si une augmentation du carbone dans l'atmosphère serait une bonne chose ou une mauvaise chose pour la terre. Il me semble que si le cycle ordinaire des précipitations devait changer, le chaos que cela causerait dans l'agriculture seule, peu importe que la production globale puisse un jour augmenter, serait une très mauvaise chose pour le maintien de la stabilité mondiale.

M. Hare: Ce serait certainement vrai si la chose se produisait du jour au lendemain. Mais si cela se produit lentement, l'histoire de l'agriculture nous apprend que l'agriculture s'adapterait. Et les changements à prévoir à cause de l'accumulation du carbone devraient ne se produire que lentement. Je ne dis pas que c'est absolument certain, mais c'est probable.

Dans les pays avancés, les professions agricoles ont une souplesse vraiment extraordinaire et je pense qu'elles produiraient la technologie permettant au cultivateur de rester sur la terre et de continuer à la faire produire, du moins dans ce pays et aux États-Unis. Je ne suis pas certain qu'on puisse en dire autant des pays du tiers monde. La grande menace de la catastrophe dont vous parlez pourrait se produire dans le pourtour des déserts, où les pays sont tous pauvres, où la technologie est absolument primitive et où les possibilités d'implanter une technologie nouvelle sont presque inexistantes. C'est là que se pose le plus grand danger. Je ne devrais pas utiliser le mot catastrophe, mais parler plutôt d'une détérioration continue d'ici 50 ans. Et notre pays devrait s'en tirer bien mieux que la plupart des autres pays, à mon avis.

M. Graham: A moins d'un conflit mondial, à cause de cela.

M. Hare: Oui, vous avez raison. Les intérêts internes de notre pays ne devraient pas être gravement menacés. A tout prendre, ce pourrait même être une bonne chose pour nous, comme je l'ai dit. Mais de toute évidence, nous vivons dans un monde où tous les pays sont liés entre eux et si le monde explose, nous sautons avec lui.

[*Texte*]

Mr. Graham: One last quick question. Do you have any observations to make on what has been termed the food-versus-fuel controversy?

Mr. Hare: Yes. The food versus fuel controversy, if you are using the term the way I am using it, is the Worldwatch Institute's idea. It is essentially this. It would be feasible to use much of the land which is at present under coarse grains and other food products, in the United States particularly, and turn it over to very fast, rapid-yielding biomass sources, which would then provide gasohol or perhaps methanol or ethanol for the hydrocarbon market. Since the United States has a very large food surplus, and so do we, it is obviously tempting to say we should take our agricultural land and regard energy for fuel purposes as a legitimate crop for our farming industry.

I would be very much opposed to this, because I think in the long run, and indeed even in the moderately short run, the world shortages of cereals and coarse grains are going to be so great that we have a responsibility to keep the land under food cultivation in both Canada and the United States, and not turn the land over. I do not want to turn agricultural land over, that is to say, to biomass production for fuel.

Is that what you were referring to?

Mr. Graham: Yes, thank you.

Mr. Hare: I think it is a great mistake to go that way.

The Chairman: Thank you very much, Dr. Hare, for a very interesting meeting with you and for the very interesting manner in which you have answered our questions.

I would like to declare a five-minute break and then we will call on Mr. MacGregor.

• 1704

[*Traduction*]

M. Graham: Une dernière petite question. Auriez-vous des observations à faire au sujet de ce qu'on a appelé la controverse des aliments et des combustibles?

M. Hare: Oui. Cette controverse des aliments et des combustibles, si vous donnez à cette expression le sens que je lui donne, est une idée du Worldwatch Institute, selon laquelle il serait rentable d'utiliser une bonne partie du sol présentement ensemencé de céréales et d'autres produits alimentaires, surtout aux États-Unis, pour y faire pousser des sources de croissance rapide de biomasse que l'on utiliserait ensuite pour produire du gasohol ou peut-être du méthanol et de l'éthanol pour le marché des hydrocarbures. Comme les États-Unis ont un énorme surplus de de produits alimentaires, tout comme nous, il est bien tentant de dire que nous devrions confier à notre industrie agricole le soin d'utiliser nos sols pour y produire des combustibles énergétiques.

Je serais fortement opposé à cette orientation parce qu'à longue échéance, ou même à une échéance pas très longue, les pénuries mondiales de céréales et de grains seront très grandes et nous avons la responsabilité de garder nos sols en culture, tant au Canada qu'aux États-Unis. Je ne voudrais pas utiliser nos sols agricoles pour produire de la biomasse en vue d'en faire du combustible.

C'est de cela que vous parliez?

M. Graham: Oui, merci.

M. Hare: Ce serait une grave erreur de prendre cette orientation.

Le président: Je vous remercie beaucoup, monsieur Hare. La réunion fut très intéressante et nous avons aimé votre façon de répondre à nos questions.

Nous prendrons une pause de 5 minutes et ensuite, nous inviterons M. MacGregor à témoigner.

• 1711

The Chairman: We will call the meeting back to order. I would like to thank our new witness, Mr. MacGregor, for waiting patiently. Sometimes we do not follow exactly the schedule we set out. Unfortunately, we started a little late and some of our questions were rather involved.

With that apology, sir, we are happy to welcome you to the committee and happy that you were able to come this afternoon. Do you have a document that you will be handing out to everyone here?

Mr. N. J. MacGregor (Private Citizen): Yes, I do, Mr. Chairman.

The Chairman: Do you have copies there?

Mr. MacGregor: Yes.

The Chairman: We have it already, I believe.

Mr. MacGregor: No, you have the brief.

The Chairman: An Ontario opportunity in energy self-sufficiency.

Le président: Nous reprenons nos travaux. Je voudrais d'abord remercier notre nouveau témoin, M. MacGregor, de sa patience. Il nous arrive de ne pas suivre exactement le programme que nous nous sommes tracé. Malheureusement, nous avons commencé un peu en retard et certaines questions étaient plutôt compliquées.

Avec ces excuses, nous sommes heureux de vous accueillir au comité et heureux que vous ayez pu venir cet après-midi. Avez-vous un document que vous distribuerez à tous les membres?

M. N. J. MacGregor (citoyen): Oui, monsieur le président.

Le président: Vous en avez des exemplaires?

M. MacGregor: Oui.

Le président: Sauf erreur, nous l'avons déjà.

M. MacGregor: Non, vous avez le mémoire.

Le président: Une chance s'offre à l'Ontario de réaliser l'autosuffisance énergétique?

[*Text*]

Mr. MacGregor: That is a reference, Mr. Chairman.

Actually, it has been my pleasure to wait, I have been waiting five years for this opportunity.

What I want to take advantage of today is simply an opportunity to attempt to encounter some of the elusive opportunities that are looking for a place to light. With that, it is with some apprehension that I come to address this committee, since I bring to you no magical formula for the development of renewable energy. On the other hand, I am pleased to have the opportunity to bring you an insight into what I consider is the nation's most fertile garden in which to sow the noble ideas brought to you by some of the world's most specialized disciplines—one of them was talked about by David Scott, who is very close to this project at the Bruce.

Ontario Hydro's Bruce nulear power development is the resource base from which I feel certain a new and exciting generation of nonhydrocarbon fuels can be introduced into Canada's energy future. Sitting amidst several thousand acres of non-agricultural land, this enormous power complex is neighboured by the agricultural base of Bruce, Grey, Huron, Middlesex, Perth and Waterloo Counties.

This power plant, now some 70-per cent complete and 50-per cent operational, will raise in excess of 80 million pounds of high-pressure steam each hour. If that thermal power were produced from the combustion of petroleum-based fuels, it would require between 300,000 and 350,000 barrels of oil each day. That is almost what Canada imports today, in net terms. What is more, it is produced for half the present cost of fossil fuels.

For several years, a local initiative, including Gary Gurbin, has worked to create a broad—and applaud, you did not even get a look at this . . .

Mr. MacBain: Can we have that page stricken from the record?

Mr. MacGregor: . . . has worked to create a broad range of uses for nuclear steam, uses over and above the dedication to electrical power generation and heavy water production.

The ultimate objective of this local initiative is to evolve an all-encompassing energy centre, wherein several million pounds of steam would be employed by industry and the system would be better optimized—that falls into the line of more efficient use by the Canadian consumer.

Because the Bruce nuclear power development is already dedicated to cogeneration, it is ideally suited for a number of uses, including synthetic or nonconventional fuel production.

Because of the agricultural nature of the neighbourhood, fuel alcohol can become a significant stretching agent for gasoline and diesel fuel. Nuclear steam can be immediately supplied out of a built-in idle capacity, where high-pressure steam in transformed and transported for industrial employment. It can be used to cook, ferment and distil a world-scale—20-to 50-million gallon—ethanol plant. The field-

[*Translation*]

M. MacGregor: C'est un document de référence.

En fait, ce fut pour moi un plaisir d'attendre. Il y a cinq ans que j'attends cette occasion.

Ce dont je veux profiter aujourd'hui c'est simplement de cette occasion de chercher à cerner certaines des chances qui ne demandent qu'à éclore. Toutefois, ce n'est pas sans une certaine appréhension que je me présente devant vous, car je ne puis vous offrir aucune formule magique pour la création d'une énergie renouvelable. Par ailleurs, je suis heureux d'avoir cette occasion de faire ma part dans ce que je considère le jardin le plus fertile du pays où l'on puisse semer des nobles idées qui vous sont présentées par certaines des disciplines les plus spécialisées du monde, l'une étant celle dont a parlé M. David Scott, qui est étroitement associé à ce projet du réacteur de Bruce.

La centrale nucléaire de l'Hydro Ontario, à Bruce, devrait, j'en suis certain, donner naissance à une nouvelle et formidable génération de combustibles non carburants que le Canada pourra utiliser comme source d'énergie dans l'avenir. Située au milieu de milliers d'acres de terre non agricole, cette énorme centrale est entourée des sols agricoles des comtés de Bruce, Grey, Huron, Middlesex, Perth et Waterloo.

Cette centrale, déjà terminée à 70 p. 100 et opérationnelle à 50 p. 100 produira plus de 80 millions de livres de vapeur de haute pression à l'heure. Si cette énergie thermique était produite à partir de la combustion de produits pétroliers, il faudrait entre 300,000 et 350,000 barils de pétrole par jour. C'est presque l'importation nette du Canada, à l'heure actuelle. Bien plus, cette énergie est produite pour la moitié du coût actuel des combustibles fossiles.

Pendant plusieurs années, un groupe d'initiative locale, y compris Gary Gurbin, a travaillé pour créer une vaste . . . Et applaudissez, vous n'avez pas encore vu ce texte . . .

M. MacBain: Pourrait-on faire supprimer cette page?

M. MacGregor: . . . a travaillé pour faire créer une vaste gamme d'utilisation de la vapeur nucléraire, en plus de ce qu'on utilise pour produire de l'énergie électrique et de l'eau lourde.

L'objectif ultime de cette initiative locale était la création d'un centre d'énergie polyvalent où plusieurs millions de livres de vapeur seraient utilisée par l'industrie et dont le réseau serait mieux optimisé, ce qui correspond aux objectifs d'une utilisation plus efficace de l'énergie par le consommateur canadien.

Parce que la centrale nucléaire de Bruce est déjà orientée vers une production polyvalente, elle se prête très bien à toutes sortes d'utilisations, y compris la production de combustibles synthétiques ou non traditionnels.

Attendu qu'elle est située dans une région agricole, l'utilisation de l'alcool pourrait jouer un rôle important comme remplacement de l'essence et du diesel. La vapeur nucléaire peut être immédiatement utilisées, grâce à la capacité de courant déwatté où la vapeur à haute tension est transformée et transportée pour des fins d'utilisation industrielle. Elle peut être utilisée pour cuire, fermenter et distiller à très grande

[*Texte*]

grown grains are transformed into high quality protein by the removal of fermented carbohydrates and can be returned to local feedlots for improved conversion into red animal meats. That is, in part, the argument about using agricultural land for fuel, as against using it for food. In essence in the model that has been developed you get it all back; you can raise 120,000 head of cattle on the land that would supply the initial carbohydrate grain to that model in the form of protein at 35 per cent, rather than 6 per cent, in the product.

• 1715

The organic CO_2, rather than being discharged into the atmosphere, can be used to optimize the environment for photosynthesis in an intended world-scale greenhouse, which will be warmed with condensate heat once the steam has done its work. In that regard, the CO_2 is an important element, because it can be captured, and the discussion around the carbon elements in fossil fuels as we move to coal and heavy oils, rather than light oil or sweet oils and natural gas, is actually in the ratio between carbon and hydrogen. That is what we have done. We have moved from heavy, highly concentrated carbon elements into highly concentrated hydrogen elements in clean-burning fuel. CO_2 is the element that can come back into that initial process and accelerate its ability to generate combustion.

Methanol—wood alcohol—is one more opportunity to employ a part of the 10 million pound steam mode, which Ontario Hydro can supply to industry. That mode is equal to 50,000 barrels of oil a day. The feedstock for this renewable energy component would be perpetually generated from the marginal farmland in the Bruce Peninsula and Grey County region. It could be developed on its own, with fast-growing hybrid poplars, or in conjunction with a pulp and paper industry using nuclear steam within the energy park.

Fuel alcohol, as you know, can substantially stretch, and in some instances replace petroleum. It is, however, not the long-term solution. A more permanent alternative must be developed, and hydrogen is far out in front of any other portable mode. Hydrogen can, and indeed must, be developed as a permanent replacement fuel, substituting for the direct combustion of hydrocarbons. Only electrolytic hydrogen can fill that bill, requiring large volumes of electricity and pure water.

Once again, Ontario Hydro's Bruce nuclear power development comes into the forefront—and that is globally into the forefront. This power plant primarily dedicates its nuclear steam to the generation of electricity. Its 80 million pounds of steam is intended to produce over 6 billion watts. You seldom see electrical terminology expressed in that way, you generally see it in megawatts; 6,000 megawatts is simply equal to 6 billion watts.

[*Traduction*]

échelle, de 20 à 50 millions de gallons, par exemple, dans une fabrique d'éthanol. Les céréales récoltées sont tranformées en protéines de haute qualité par la suppression des hydrates de carbonne fermentés pour être ensuite retournées aux fermes d'engrissage locales et transformées en viandes rouges améliorées. Voilà, en partie, l'argument en faveur de l'utilisation des terres agricoles pour produire des combustibles plutôt que des aliments. Essentiellement, dans le modèle mis au point, tout vous revient. Vous élevez 120,000 têtes de bétail sur la terre qui aurait fourni à ce modèle la céréale contenant de l'hydrate de carbone sous la forme de protéines de 35 p. 100, plutôt que 6 p. 100, dans le produit.

Au lieu d'être envoyé dans l'atmosphère, le dioxide de carbone peut être utilisé pour optimiser les possibilités de photosynthèse dans une future serre à l'échelle du monde qui pourrait être réchauffée par la chaleur condensée produite par la vapeur. A cet égard, le CO_2 est un élément important parce qu'il peut être capturé, et les discussions concernant les dangers représentés par les éléments de carbone dans les combustibles fossiles, si nous remplaçons le pétrole léger ou doux et le gaz naturel par le charbon et les pétroles lourds, portent surtout sur le rapport entre le carbone et l'hydrogène. C'est ce que nous avons fait. Nous avons remplacé les éléments de carbone lourd et très concentré par des éléments d'hydrogène très concentrés dans un combustible propre. Le CO_2 est l'élément qui peut revenir dans ce processus initial et accélérer sa capacité de produire une combustion.

Le méthanol, l'alcool de bois, est un autre moyen d'utiliser une partie du cycle de 10 millions de livres de vapeur que l'Hydro Ontario peut fournir à l'industrie. C'est l'équivalent de 50,000 barils de pétrole par jour. La matière première de cette énergie renouvelable serait produite à perpétuité par les sols pauvres de la péninsule de Bruce et du comté de Gray. La centrale pourrait cultiver sa propre matière première à partir de peupliers hybrides de croissance rapide ou elle pourrait conclure une entente avec une industrie de pâtes et papiers qui utiliserait la vapeur nucléaire à l'intérieur des limites du parc énergétique.

Comme on le sait, l'alcool peut allonger sensiblement et dans certains cas remplacer le pétrole. Mais ce n'est pas là une solution à long terme. Une autre source d'énergie plus permanente doit être utilisée et l'hydrogène est de loin en avance sur toute autre forme transportable. L'hydrogène peut et doit être expoitée comme combustible de remplacement permanent pour remplacer la combustion directe d'hydrocarbures. L'hydrogène électrolytique est la seule formule possible et elle exige d'énormes quantités d'électricité et d'eau pure.

Là encore, la centrale nucléaire de l'Hydro Ontario à Bruce doit retenir notre attention et à plus d'un point de vue. La vapeur nucléaire de cette centrale sert surtout à la production d'électricité. Ses 80 millions de livres de vapeur doivent produire plus de 6 milliards de watts. Il est rare que l'on parle de production électrique en ces termes. D'habitude, on parle de mégawatts, mais 6,000 mégawatts est simplement l'équivalent de 6 milliards de watts.

[*Text*]

At the present time, 3,000 megawatts are transmitted over its network of 230,000-volt lines and its one 500,000-volt corridor line. A second corridor is necessary, and unless that second route can be provided quickly, a major interruption could seriously affect Ontario's security of electrical power. That is, if it is tripped in an electrical storm, or something like that, it has adverse bumping effects all the way across the grid. On the other hand, a bold initiative to dedicate 750 megawatts of Bruce power to hydrogen would move Ontario and Canada towards the hydrogen era and, at the same time, reduce the risk of line overload, giving them another year or so to negotiate their rights of way. That supply of hydrogen could be used initially to operate 77 megawatts, or 77 million watts, of Class 4 combustion turbine apparatus at the Bruce for peaking purposes—that is, 77 megawatts of diesel turbine gear that is now in-house to satisfy any security problems in Ontario Hydro use, and it is redundant; it idle capacity is sitting there, it just simply is not affordable to run it, using diesel fuel as a combustion fuel to be converted into electricity from the directly connected turbine generators. That supply of hydrogen could be used also as a fuel for Ontario Hydro's in-house vehicle fleet, its contracted transportation fleet, into in-house rotor coolant requirements—and that is just an element they buy today to saturate for better conductivity and wind-milling, it is a technical requirement with inside the turbine apparatus—and as a non-fossil derived supply of hydrogen for the Government of Ontario's transit test facility.

[*Translation*]

A l'heure actuelle, 3,000 mégawatts sont transmis dans les lignes de 230,000 volts du réseau et dans sa ligne corridor de 500,000 volts. Un deuxième corridor est nécessaire et s'il n'est pas aménagé rapidement, une interruption majeure pourrait mettre en danger la sécurité de l'Ontario en matière d'énergie électrique. C'est-à-dire que s'il était frappé au cours d'un orage électrique ou d'un autre phénomène semblable, il pourrait y avoir des répercussions dans tout le réseau. Par ailleurs, la décsion audacieuse de consacrer 750 mégawatts de l'énergie de la centrale de Bruce à l'hydrogène pourrait faire entrer l'Ontario et le Canada dans l'ère de l'hydrogène et en même temps, réduire le risque de surcharge des lignes, laissant une autre année de délai pour négocier les droits de passage. Cet approvisionnement en hydrogène pourrait servir au début à faire fonctionner la turbine de combustion de catégorie 4 et de 77 mégawatts de la centrale de Bruce pour les périodes de pointe, c'est-à-dire une turbine diesel de 77 mégawatts qui est installée pour répondre aux besoins de sécurité d'approvisionnement de l'Hydro Ontario et qui ne sert pas. Elle n'est pas utilisée et il n'est tout simplement pas rentable de la faire fonctionner en utilisant du combustible diesel pour le convertir en électricité à partir des générateurs de turbine connectés directement. Cette réserve d'hydrogène pourrait aussi être utilisée comme combustible par les véhicules de l'Hydro Ontario, ses véhicules de transport, ses besoins de refroidisseurs de rotors—et ce n'est là qu'un élément que l'on achète aujourd'hui pour saturer, afin d'assurer une meilleure conductivité et une meilleure autorotation, exigence technique interne de la turbine—et comme combustible non fossile dérivé de l'hydrogène pour les installations d'essai des transports du gouvernement de l'Ontario.

• 1720

Ultimately, hydrogen could be used to "spike" natural gas, fuel aircraft, fuel railroad motive power, fuel Great Lakes shipping and, quite possibly, fuel automobiles.

L'hydrogène pourrait aussi être additionné au gaz naturel, au carburant d'avion, au carburant de locomotive, au carburant des navires des Grands Lacs et peut-être même au carburant des automobiles.

Hydrogen, as you are no doubt aware, can be used to replace fossil fuels in the reduction of iron ore and to synthetically replace natural gas in the production of ammonia-based fertilizers.

L'hydrogène, comme vous le savez sans doute, peut remplacer des combustibles fossiles dans la réduction du minerai de fer et il peut remplacer synthétiquement le gaz naturel dans la production d'engrais à base d'ammoniac.

I am certain that your investigation has made you acutely aware of a world on the threshold of crisis. The simple fact of that matter is that we suck from the earth some 30,000 U.S. gallons of oil every second. That relates to 2.5 million barrels every hour of every day of every year. Quite logically, that cannot continue. Even if there was an adequate supply and even if delivery was not as tenuous as it is, our atmosphere cannot assimilate the effluent. Some jurisdiction must, if only for its own security, take a bold initiative to develop a new generation of fuels.

Je suis certain que votre enquête vous a fait vivement prendre conscience d'un monde au seuil d'une crise. C'est un fait que nous siphonons de la terre environ 30,000 gallons de pétrole par seconde. Cela veut dire 2.5 millions de barils à l'heure, chaque jour de l'année. Il est logique de penser que cela ne peut continuer. Même s'il y avait des réserves suffisantes et si les livraisons n'étaient pas aussi faibles qu'elles le sont, notre atmosphère ne pourrait pas assimiler les affluents. Il faut qu'un organisme, ne serait-ce que pour sa propre sécurité, prenne l'initiative courageuse de mettre au point une génération nouvelle de combustible.

What the Bruce Energy Centre has to offer is a unique opportunity to host the noble ideas that abound in limbo with no direct opportunity for implementation. Most of the ingredients are in place: the resource exists; the Ontario government is in support; Ontario Hydro has attractively priced the steam supply; industry has indicated a significant load; a joint ven-

Ce que la centrale de Bruce nous offre, c'est une occasion unique de mettre en valeur les idées nobles qui mûrissent dans le silence sans une chance directe d'être mises en valeur. La plupart des éléments nécessaires sont en place. Les ressources existent. Le gouvernement ontarien assure son appui. L'Hydro Ontario a établi un prix raisonnable pour les approvisionne-

[*Texte*]

ture of Canadian enterprises, along with the Ontario Energy Corporation is established; several thousand acres of land are controlled; and planning and engineering is under way.

In conclusion, the skeleton for an energy park, establishing a global precedent, is structured. Industrial development activity is under way. Conceptual provision for the production of fuel alcohol and hydrogen, as well as consideration to capture the benefits from the inherent synergism, has been considered: that is in the planning aspect.

The Catch 22 regarding the crossover points for synthetic fuels to compete with petroleum-based fuels must be understood to be the responsibility of governments. During the planning stages of the Bruce Energy Park, it is imperative that the unique opportunity to propagate these necessary petroleum replacement modes be given adequate support by government.

It is hoped that this commitee will recognize the potential for this project to develop into a world-scale prototype and take whatever action is appropriate to move it substantially ahead.

If I may, I will refer to a document that each of you should have, a synopsis of several years of investigation worldwide that has been accumulated to point out the unique opportunities available to Canada to mould uranium through the proton in chemistry, vis-à-vis hydrogen, the neutron in electricity through the watt, and the BTU in heat. When you plan that together, you come up with almost a little bit of magic. When you develop a world-scale ethanol plant of that magnitude, not only do you optimize the ability for agricultural land to take advantage of sunshine and store that energy through photosynthesis but you generate an opportunity to produce byproducts that are equal to the primary mode in food value, converted through the metabolism of animal life, and CO_2 which, moved back into greenhouses, can greatly enhance the ability to regenerate photosynthesis. At 1,800 parts per million of organic CO_2, introduced into a greenhouse environment, you increase your production by 20 per cent. Today they do that, but they burn natural gas to provide it and hope that they do not have any adverse effects from the small amounts of carbon monoxide that are inherent in the burning of natural gas.

But, as well, you generate CO_2 that can be used in a number of ways to complement a methanol plant through wood waste from a pulpmill, because the ratio that our learned professor behind me was attempting to grapple with was the carbon element and if you take wood waste, 3,000 pounds of wood waste will generate about 1,000 pounds of methanol, and you discard the carbon to get it to that point. But if you enhance it with hydrogen, then you have an ability to stretch that again, and reduce it by a third the other way. So it is a multiple of about six if you introduce hydrogen back into it, because it is the hydrogen balance in highly concentrated carbon elements in fossil fuels which is giving us the environmental problems today. So that is a part of the synergism associated with it.

[*Traduction*]

ments de vapeur. L'industrie a des besoins importants. Une entreprise conjointe de sociétés canadiennes et de la Société ontarienne de l'énergie est établie. Plusieurs milliers d'acres de terres sont disponibles et la planification et les dessins techniques sont commencés.

Je dirais en conclusion que la charpente de base d'un parc d'énergie, établissant un précédent global est bien structurée. Le développement industriel est déjà en marche. Les dispositions conceptuelles en vue de la production d'alcool combustible et d'hydrogène ainsi que les moyens de saisir les avantages du synergisme inhérent ont été examinées. C'est à l'étape de la planification.

Il faut comprendre qu'il appartient au gouvernement de prendre les décisions générales concernant les moyens et les moments où les combustibles synthétiques pourront concurrencer les combustibles à base de pétrole. Au cours de la planification du parc d'énergie de Bruce, il est essentiel que cette chance unique de créer les remplacements nécessaires du pétrole reçoive un appui suffisant du gouvernement.

On espère que votre comité reconnaîtra que ce projet pourrait devenir un prototype d'envergure mondiale et qu'il prendra les mesures nécessaires pour le faire progresser.

Si vous le permettez, j'aimerais citer un document dont chacun devrait avoir un exemplaire, un synopsis résumant plusieurs années d'enquête à l'échelle mondiale et soulignant les chances uniques qui s'offrent au Canada de façonner l'uranium par le proton en chimie, par rapport à l'hydrogène, le neutron en électricité par le watt et le BTU en chaleur. En faisant un plan de ces éléments, on réalise presque de la magie. Si l'on réalise une usine d'éthanol d'envergure mondiale, non seulement on optimise la capacité du sol agricole de profiter du soleil et d'emmagasiner cette énergie par la photosynthèse, mais on crée la possibilité de produire des sous-produits qui sont équivalents au mode primaire en valeur alimentaire, convertis par le métabolisme de la vie animale et du CO_2 qui, emmagasiné dans les serres, peut multiplier la capacité de régénérer la photosynthèse. En introduisant 1,800 parties par million de parties de CO_2 organique dans un environnement de serre, on augmente la production de 20 p. 100. On le fait aujourd'hui, mais c'est en brûlant du gaz naturel et en espérant que le monoxide de carbone ainsi produit n'aura pas trop de mauvais effets.

Mais en même temps, on produit du CO_2 qui peut être utilisé de différentes façons comme appoint à l'usine de méthanol par les déchets de bois d'une usine de pâtes, parce que le rapport que notre savant professeur qui est derrière moi essayait de calculer, c'était celui de l'élément du carbone, et si on prend les déchets du bois, 3,000 livres de déchets de bois produiront environ 1,000 livres de méthanol, sans compter le carbone produit pour le transporter jusqu'à cet endroit. Mais s'il est enrichi à l'hydrogène, on peut l'allonger de nouveau et le réduire d'un tiers de l'autre façon. C'est donc un multiple de 6 si on y introduit de nouveau l'hydrogène parce que ce sont les résidus d'hydrogène dans les éléments très concentrés de carbone des combustibles fossiles qui nous créent aujourd'hui des

[*Text*]

• 1725

Another part is if you have a hydrogen plan there where you break water apart electrically, and you break it apart at 80 per cent today conventionally, off the shelf, with Canadian industry and Electrolyses Corporation Ltd., you can do a number of things industrially with the oxygen that is a by-product. So there are all kinds of revolutionary opportunities inherent in properly planning the optimization of a thermal mode which is equal almost to Canada's daily imports of oil.

So that is the story of the Bruce.

The Chairman: Thank you. On page 5 of your brief Mr. MacGregor, you say "Several thousand acres of land are controlled". These acres of land are controlled by whom? In other words, is it a private corporation, is it the Ontario government, or is it a combination of both; and what is the percentage split within your Bruce joint venture?

Mr. MacGregor: That is a group of private investors who together with the Ontario Energy Corporation have tackled the opportunity from a corporate perspective. It has assembled land. The Ontario Energy Corporation has 25 per cent; my company has about 16 per cent, and there are Weston, Trans-Canada Pipelines Ltd., the Consumers' Gas Co. and Anderson Products Limited that is a local agricultural company which sees some opportunities to invest as well as develop some specific uses to its own account.

We built a prototype. It started out that the only mode of heat which was identified as being available as a commodity was moderator heat, extracted from the coolant of the medorator circuit within the reactor. So we developed a mode to demonstrate that even that low-grade mode was appropriate. That group of investors came together and developed a prototype where we simply simulated those conditions conventionally, and proved that the rest of the elements in the Bruce were capable of growing fresh produce in a greenhouse. Since then, government and Ontario Hydro, indeed your federal Department of Agriculture, and your Department of Energy, have been informed of the progress all the way through, and demonstrated an interest in it for about the last three years.

That is a description of the joint venture.

The Chairman: It is Canadian-owned and controlled, in other words?

Mr. MacGregor: Totally.

The Chairman: Okay, I have one other question. At the bottom of page 3 you say:

> Once again, Ontario Hydro's Bruce Nuclear Power Development comes into the forefront. This power plant primarily dedicates its nuclear steam to the generation of electricity. Its 80 million pounds of steam is intended to produce over 6 billion watts (6,000 megawatts) of electricity.

[*Translation*]

problèmes d'environnement. C'est donc une partie du synergisme qui en découle.

Autre chose. Si dans une usine d'hydrogène on décompose de l'eau électriquement, et de nos jours, on la décompose à 80 p. 100 par des moyens classiques très connus, l'industrie canadienne et la Société d'électrolyse pourraient faire toutes sortes de produits industriels avec l'oxygène comme sous-produit. Il y a donc toutes sortes de possibilités révolutionnaires inhérentes à une saine planification de l'optimisation de la solution thermique qui est presque l'équivalent des importations quotidiennes de pétrole au Canada.

Voilà l'histoire de la centrale de Bruce.

Le président: Merci. A la page 5 de votre mémoire, monsieur MacGregor, vous dites que plusieurs milliers d'acres de terre sont contrôlées. Par qui ces acres de terre sont-elles contrôlées? Autrement dit, s'agit-il d'une société privée ou du gouvernement de l'Ontario ou d'une combinaison des deux? Quel est le pourcentage de la répartition dans cette entreprise mixte de la centrale de Bruce?

M. MacGregor: C'est un groupe d'investisseurs privés qui, avec la Société d'énergie de l'Ontario ont saisi l'occasion de relever ensemble ce défi. Ce sont des terrains aménagés. La Société d'énergie de l'Ontario en a 25 p. 100; ma société en possède environ 16 p. 100; il y a aussi Weston, le Pipe-line Trans-Canada limitée; Consumers Gas; et Anderson Flax Products Limited. Il s'agit d'une société agricole locale qui entrevoit la possibilité d'investir et de découvrir certaines utilisations particulières.

Nous avons construit un prototype au début. Le seul mode de chaleur qui semblait disponible, c'était la chaleur servant de relentisseur extraite du refroidisseur du circuit de ralentissement du réacteur. Nous avons donc mis au point un modèle pour démontrer que même cet élément de piètre qualité était suffisant. Ce groupe d'investisseurs a décidé collectivement de mettre au point un prototype simulant ces conditions classiques et nous avons démontré que le reste des éléments de la centrale était capable de faire pousser des produits maraîchers frais en serre. Depuis ces débuts, le gouvernement et l'Hydro Ontario, et même le ministère fédéral de l'Agriculture ainsi que le ministère de l'Énergie ont été tenus au courant des progrès et ont manifesté de l'intérêt pour nos travaux depuis environ trois ans.

C'est là une description de l'entreprise conjointe.

Le président: Est-ce une entreprise canadienne?

M. MacGregor: Entièrement.

Le président: Très bien. J'ai une autre question. Au bas de la page 3, vous dites que là encore . . .

> La centrale nucléaire de Bruce de l'Hydro Ontario se place au premier rang. La vapeur de cette centrale sert surtout à produire de l'électricité. Ces 80 millions de livres de vapeurs doivent produire plus de 6 milliards de watts (6,000 mégawatts) d'électricité.

[*Texte*]

At the present time, 3,000 megawatts are trnasmitted . . .

In other words, it is only operating at 50 per cent installed capacity. Is that all?

Mr. MacGregor: Fifty per cent is operational and the other four units are about 30 per cent complete. The full project is in two parts.

The Chairman: I see. So it is not up to the maximum of 6,000 megawatts as of now?

Mr. MacGregor: That is right.

The Chairman: But it is being completed?

Mr. MacGregor: Yes, it is being completed, and it is being completed probably faster than they can prepare to transport the power out into the grid safely.

The Chairman: If I remember correctly, there has been some criticism of Ontario Hydro that the already have more installed capacity than they can use. Yet they are going ahead with this to complete it.

Mr. MacGregor: No, it is . . .

The Chairman: You can correct me. These are just impressions I am getting.

• 1730

Mr. MacGregor: Oh, do not worry, Mr. Chairman. I believe that there is no such thing as a surplus of electrical power which is the richest energy form known to man. In a world which is falling apart at the seams, socially, economically and jurisdictionally such as our own country now being torn apart over the price and availability of energy, electricity can do more things than most modes can do. It cannot do it all. But electricity, properly applied through electrolysis, can bust water apart and produce portable modes of electricity. That is the problem.

Governments have not addressed the opportunity to take leadership in moulding uranium through the heat unit to do anything other than rotate a turbine to make electricity. Once they use that electricity to make hydrogen, and they combine power or dual-role power through co-generation then uranium can do anything you want it to do. It can put hydrogen in airplanes; it can put hydrogen in railroads; it can put petrochemical extenders in gasoline; it can do anything it wants to do, provided that you break through that cloud. Saturation is not the problem. It is simply addressing that perceived over supply.

The Chairman: Right now there is an over capacity in Ontario?

Mr. MacGregor: Yes, sir.

The Chairman: Right now. Even before the plant is completed. Thank you. Now I have just a couple of questions on the other pamphlet Toronto opportunity. I can see where this would be a very good brief to hand to a select committee of the Ontario legislature because the conclusions in it are all for

[*Traduction*]

A l'heure actuelle, 3,000 mégawatts sont transmis . . .

Autrement dit, elle utilise seulement 50 p. 100 de sa capacité installée. Est-ce vrai?

M. MacGregor: La moitié est opérationnelle et les quatre autres unités sont terminées à environ 30 p. 100. Le projet total se divise en deux parties.

Le président: Je comprends. Elle ne produit donc pas encore son maximum de 6,000 mégawatts?

M. MacGregor: C'est exact.

Le président: Mais elle sera complétée?

M. MacGregor: Oui, elle est en construction et les travaux avancent probablement plus vite que l'on ne peut se préparer à transporter l'énergie dans le réseau de façon sécuritaire.

Le président: Si je me souviens bien, on a critiqué l'Hydro Ontario disant qu'elle avait déjà plus de capacité installée que ce qu'elle ne pouvait utiliser. Et pourtant, les travaux avancent et elle envisage de compléter cette centrale?

M. MacGregor: Non, elle . . .

Le président: Vous pouvez me corriger, mais ce sont les impressions que j'ai.

M. MacGregor: N'ayez crainte, monsieur le président. Je ne crois pas qu'il puisse exister une chose telle qu'un excédent d'énergie électrique qui est la meilleure forme d'énergie connue. Dans un monde déchiré sur le plan social, économique et juridictionnel, comme notre propre pays est présentement déchiré au sujet du prix et de la disponibilité de l'énergie, l'électricité peut faire plus que toutes les autres formes d'énergie. Elle ne peut tout faire. Mais l'électricité, si elle est bien utilisée au moyen de l'électrolyse, peut décomposer l'eau et produire des sources transportables d'électricité. Voilà le problème.

Les gouvernements n'ont pas saisi l'occasion de donner le ton aux autres pays en façonnant l'uranium par l'unité de chaleur pour faire autre chose que faire tourner une turbine produisant de l'électricité. Une fois que l'on utilise cette électricité pour produire de l'hydrogène et que l'on combine l'énergie ou l'énergie à double rôle par la co-génération, alors l'uranium peut faire tout ce qu'on lui demande de faire. L'hydrogène pourrait ensuite être utilisé dans les avions, dans les locomotives, servir d'élément pétrochimique ajouté à l'essence, faire tout ce que l'on veut, pourvu que d'abord on crève ce nuage. La saturation n'est pas un problème. Il suffit de trouver des solutions à ce que l'on considère comme un surplus d'approvisionnement.

Le président: En ce moment, il y a un surplus de capacité en Ontario . . .

M. MacGregor: Oui, monsieur le président.

Le président: En ce moment. Avant même que la centrale soit terminée. Merci. J'aurais maintenant quelques questions au sujet de l'autre brochure qui traite des perspectives pour l'Ontario. J'imagine que ce serait un bon mémoire à présenter à un comité spécial de l'Assemblée législative ontarienne parce

[*Text*]

those of Ontario, and I guess our two Ontario M.P.s here are quite happy with that. But if the full committee were here, you might have some arguments . . .

Mr. MacGregor: Electricity is the key.

The Chairman: . . . as to whether or not we agree with all the conclusions in this. It would keep Ontario as the leading province of Canada; maintain the established standard of living for Ontario residents, et cetera, et cetera. Also I think it says something here somewhere about keeping up the credibility of Ontario Hydro. In other words, if you want to be parochial, and if I were a member of Parliament from Ontario, I would agree with every one of those. However, this committee is taking a more national view. I know you understand that. Although we are all elected in constituencies, I hope our views will be more than a coast-to-coast view; indeed in our report it must be. Therefore, I was just hoping that that chapter would have read "off benefits to Canada", rather than just Ontario.

Mr. MacGregor: Okay. That brief was developed in order to draw attention parochially to the jurisdiction that sponsors and in fact directs Ontario Hydro's operational activity. And it did its job. The Ontario government is in support.

The Chairman: Right.

Mr. MacGregor: But this is a project of global significance. It addresses an opportunity once again for Canada to lead. And Canada has led in spite of the fact that we all consider ourselves to be something less than cosmopolitan in profile. Canada has led in many ways. I appreciate that this committee is not mandated to investigate nuclear power, but what that power plant can blueprint goes far beyond the national benefits of Canada; certainly it goes much beyond the parochial, domestic benefits to Ontario. It demonstrates that the CANDU reactor with its inherent advantages over all other high-fission technologies can do any number of things and do it well.

One of the problems in fact for the professors concerned relates to the heavy oils in the west. There they are generating heavy oils, highly concentrated in carbons, hydrogen deficient, and it is thought that if they were to move a CANDU reactor to Cold Lake and back-pressure the turbine or co-generate as this one is doing, generate the heat units to the ground to reduce the heavy oils to a viscous level where they can conventionally extract them, and then dedicate the electricity to hydrogen, they could *in situ*, upgrade that highly concentrated carbon crude into a sweet-crude commodity in house, without burning the natural gas to provide the heat units to warm the oil and to extract the carbons to get at the hydrogen in natural gas to upgrade the heavy oil. So the magic around this concept goes far beyond. It is a global precedent.

[*Translation*]

que toutes les conclusions intéressent l'Ontario et j'imagine que les deux membres de notre comité qui viennent de l'Ontario en seront très heureux. Mais si tous les membres du comité étaient ici, vous pourriez entendre certains arguments . . .

M. MacGregor: L'électricité est la clé.

Le président: . . . quant à savoir si nous acceptons toutes les conclusions de ce mémoire. Ce serait maintenir l'Ontario à son rang de première province du Canada; maintenir le niveau de vie des Ontariens, et cetera et cetera. Je crois en outre qu'il est question quelque part de maintenir la crédibilité de l'Hydro Ontario. Autrement dit, si vous voulez avoir l'esprit de clocher, c'est très bien et si j'étais député de l'Ontario, je serais d'accord avec toutes ces propositions. Toutefois, notre comité a une envergure nationale. Je sais que vous le comprenez. Même si nous sommes élus par des circonscriptions, j'espère que nos propositions reflèteront une vue d'ensemble d'un océan à l'autre. Il faut que cela se traduise dans notre rapport. En résumé, j'aurais aimé que le chapitre que vous avez lu parle des avantages pour le Canada et non des avantages pour l'Ontario seulement.

M. MacGregor: Je comprends. Ce mémoire a été rédigé pour attirer l'attention des membres du gouvernement qui finance et qui dirige en fait les destinées de l'Hydro Ontario. Et il a atteint son but, car le gouvernement ontarien nous appuie.

Le président: Je vois.

M. MacGregor: Mais c'est un projet qui a une importance globale. Il met en lumière l'occasion qui s'offre au Canada de devenir un chef de file. Et le Canada a été au premier rang, même si nous ne nous considérons pas toujours comme des cosmopolitains. A bien des égards, le Canada a été au premier rang. Je sais que votre comité n'a pas le mandat d'étudier l'énergie nucléaire, mais ce que notre centrale peut nous enseigner dépasse de loin les avantages nationaux du Canada et certainement les avantages plus restreints et paroissiaux de l'Ontario. Il démontre que le réacteur CANDU, grâce à ses avantages inhérents sur toutes les autres techniques de haute fission, peut faire toutes sortes de choses et les faire bien.

L'un des problèmes qui se pose aux professeurs concernés a trait au pétrole lourd de l'Ouest. On sait qu'ils produisent des pétroles lourds ayant une forte concentration de carbone et peut d'hydrogène, et on affirme souvent que si l'on installait un réacteur CANDU à Cold Lake pour fournir une contre-pression à la turbine ou créer une co-génération comme la nôtre le fait, pousser des unités de chaleur dans le sol pour réduire les pétroles lourds et leur donner un niveau de viscosité permettant de les extraire selon les méthodes classiques pour ensuite utiliser l'électricité à produire de l'hydrogène, on pourrait sur les lieux améliorer ces pétroles bruts comportant des niveaux de carbone concentrés très élevés et en faire des pétroles doux, sans brûler le gaz naturel pour produire les unités de chaleur pour réchauffer le pétrole et en extraire le carbone afin de libérer l'hydrogène du gaz naturel pour améliorer le pétrole lourd. Le merveilleux de ce concept va bien plus loin. C'est un précédent global.

[*Texte*]

• 1735

The Chairman: Yes. Perhaps our friends from Montreal, the two Fisher brothers would be interested in what you have just said. You may have heard of them. They have some new concepts. Perhaps our Clerk could provide you with a copy of their brief. You might be interested in reading it. Mr. MacBain, I believe, is waiting to ask some questions.

Mr. MacBain: Thank you. I have just one short comment. I appreciate what you said about Ontario leading in this area but, you know, in hydrogen it seems of late Quebec is jumping ahead.

Mr. MacGregor: Well, electricity is the key to hydrogen and the falling waters of James Bay are appropriate. In Manitoba it is appropriate to dedicate the present redundant power plant in Manitoba to hydrogen for transportation to Alberta.

Mr. MacBain: Yes, I just have the comment that I am very excited about what Quebec is doing in hydrogen.

The Chairman: Is this at Noranda?

Mr. MacBain: Yes.

Mr. MacGregor: Oh, yes.

Mr. MacBain: And unless Ontario moves quickly you will find yourselves not in the hydrogen technology.

Mr. MacGregor: Well, Ontario must move quickly. But I think we should be less parochial than that and look at it from a national perspective. Hydrogen to Alberta is as significant as hydrogen is to Ontario, which is as significant as hydrogen is to Quebec. It is a new mode. It is the only practical way to adequately store chemically electricity that cannot follow the trends. The Canadian concept of splitting the atom dictates that it wants to run flat out. It is a work horse. And it is fine as long as it is providing its electricity into the base-load portion of the grid. But what follows is that, once it has more reactors on stream than it has, then it is like the falling water of James Bay—it continues to run whether there is a demand for it or not.

So an opportunity exists there as it exists in Ontario, to dedicate some of that off-peak surplus electricity to hydrogen for storage, even though it may temporarily have to use it for something less than its eventual calling in nobility.

But there are two noble power modes and one is hydrogen and one is electricity. This project is not just dedicated to that; it is dedicated to generating noble modes of energy out of less noble modes of heat which cannot be properly applied to industrial interface, with as much efficiency as hydrogen and electricity can.

Mr. MacBain: Thank you, Mr. Chairman.

The Chairman: Mr. Clay, our project manager, has some questions, I think.

Mr. Dean Clay (Committee Project Manager): Thank you, Mr. Chairman. Your description here of an energy park or an energy centre certainly is not a new concept, but it is devel-

[*Traduction*]

Le président: Peut-être nos amis de Montréal, les deux frères Fisher seraient-ils intéressés à ce que vous dites. Vous avez peut-être entendu parler d'eux. Ils ont des idées vraiment nouvelles. Notre greffier pourrait peut-être vous donner un exemplaire de leur mémoire et je suis sûr qu'il vous intéresserait. M. MacBain, sauf erreur, veut poser quelques questions.

M. MacBain: Merci. Je n'aurais qu'un petit commentaire. J'ai bien compris ce que vous avez dit au sujet du rôle de chef de file joué par l'Ontario dans ce domaine, mais vous savez sans doute que pour ce qui concerne l'hydrogène, le Québec semble maintenant faire des pas de géant.

M. MacGregor: L'électricité est la clé de l'hydrogène et les chutes de la Baie James sont appropriées. Au Manitoba, il convient d'utiliser la centrale énergétique dont ils n'ont pas besoin pour fabriquer de l'hydrogène à transporter en Alberta.

M. MacBain: Oui, je veux seulement dire que je suis un peu emballé par ce que fait le Québec au sujet de l'hydrogène.

Le président: A Noranda?

M. MacBain: Oui.

M. MacGregor: Ah, oui.

M. MacBain: Et si l'Ontario ne passe pas rapidement à l'action, elle sera vite dépassée dans la technologie de l'hydrogène.

M. MacGregor: L'Ontario doit agir vite. Mais je crois qu'il faut avoir moins l'esprit de clocher et envisager le bien de tout le pays. L'hydrogène est tout aussi important pour l'Alberta que pour l'Ontario ou pour le Québec. C'est une solution nouvelle. C'est le seul moyen pratique de bien emmagasiner par des procédés chimiques l'électricité non transportable par les moyens classiques. L'idée canadienne de la fission de l'atome nous montre que le pays veut aller vite et qu'il est prêt à y mettre tous les efforts nécessaires. C'est très bien, tant que l'électricité est distribuée dans les parties les plus actives du réseau. Mais ce qui arrive, c'est qu'une fois qu'un plus grand nombre de réacteurs sont en opération, c'est comme les chutes de la Baie James. L'électricité continue d'être produite, qu'il y ait demande ou non.

Il y a donc là une occasion, comme en Ontario, de consacrer l'électricité des périodes creuses à l'hydrogène pour l'emmagasiner, même s'il peut lui arriver temporairement de l'utiliser pour des fins moins importantes que sa vocation première.

Il existe deux formes nobles d'énergie: l'hydrogène et l'électricité. Ce projet ne s'en tient pas là. Il veut servir à produire des formes nobles d'énergie à partir de formes moins nobles de chaleur qui ne pourraient être convenablement appliquées à des besoins industriels avec autant d'efficacité que l'hydrogène et l'électricité.

M. MacBain: Merci, monsieur le président.

Le président: M. Clay, notre directeur de projet aurait certaines questions.

M. Dean Clay (directeur de projet du comité): Merci, monsieur le président. Votre description d'un parc d'énergie ou d'un centre d'énergie n'est pas une idée nouvelle, mais la

[*Text*]

oped here on a scale which I have certainly not seen typically discussed before.

I think my concerns here might be a little bit with timing and scale, really. For example, on page 4 of your submission, you talk about dedicating one of the units at Bruce to the production of hydrogen and discuss ways in which that hydrogen could be used in Ontario Hydro's own vehicle fleets, for example. But I do not have a feeling for the scale of the hydrogen productin that would be representative relative to the market here that you are describing.

Mr. MacGregor: Well hydrogen is not accepted or appreciated generally as a significant component in energy. But because it is produced today from hydrocarbons from natural gas, the full dedication of Bruce "B" would be less than 10 per cent of the hydrogen that is used today in Canada. So it is a significant commodity. All I am saying there is that it is an opportunity to test some of the conventional future applications, if governments do not see it in competition with hydrogen that has been generated from natural gas.

• 1740

Mr. Clay: When you say the hydrogen used in Canada today, is that including, for example, hydrogenation of bitumen from the tar sands which is now presently supplied by natural gas, fertilizer production and so on.

Mr. MacGregor: That is right?

Mr. Clay: I see.

Mr. MacGregor: Today even our margarines are made from dirty hydrogen.

Mr. Clay: In your submission you also refer to the fact, in that list of points on page 5, that industry has indicated a significant load. I think you are referring there to the steam which would be available as a byproduct.

Mr. MacGregor: Yes, that is the only aspect that has been addressed, and certainly there are very few grandfathers left in Canadian enterprise today who are willing to take the noble initiatives that were taken years ago; they are not going to move toward methanol and ethanol unless the bottom line indicates that it has profit potential. Nor should they. They are not going to move to hydrogen because although you can do the numbers to dedicate that the crossover point has already been reached, if you model that with hydrocarbon-derived hydrogens and recognize the efficiency of 80 per cent to 85 per cent electrolytic conversion today you can almost do the numbers for hydrogen. Buying from Ontario Hydro at their in-house electrical rates you could probably do it.

But that is a government initiative. That is a national objective, or should become a national objective, to make a significant step, a bold and significant step, toward the introduction of what is today considered to be exotic. It is not; it is all off the shelf. The infrastructure for that first phase could be handled immediately by Canadian industry, by Noranda by their joint venture with Electrolizer Canada.

[*Translation*]

réalisation dont vous parlez atteint une ampleur dont je n'avais encore jamais entendu parler.

Ce qui me préoccupe, pour l'instant, c'est le choix du moment où le projet sera réalisé et son ampleur. Par exemple, à la page 4 de votre mémoire, vous parlez d'utiliser l'une des unités de Bruce pour produire de l'hydrogène et vous envisagez que l'Hydro Ontario utilise cet hydrogène dans ses propres véhicules de transport, par exemple. Mais je n'ai pas l'impression que l'ampleur de cette production d'hydrogène correspondrait à celle du marché dont il est ici question.

M. MacGregor: L'hydrogène n'est pas accepté ou estimé comme élément important des ressources énergétiques. Mais parce qu'il est produit par les hydrocarbures et le gaz naturel, toute la production de l'unité B de Bruce serait inférieure à 10 p. 100 de l'hydrogène utilisé au Canada. C'est donc un produit important. Tout ce que je dis, c'est qu'il s'agit d'une occasion unique d'évaluer certaines des applications futures classiques, si les gouvernements ne veulent pas que cette énergie soit en concurrence avec l'hydrogène produit à partir du gaz naturel.

M. Clay: Quand vous parlez de l'hydrogène utilisé au Canada aujourd'hui, comprenez-vous, par exemple, l'hydrogénation du bitume provenant des sables qui est présentement produit à partir du gaz naturel, la production des engrais, et le reste.

M. MacGregor: Oui, c'est exact.

M. Clay: Je vois.

M. MacGregor: Aujourd'hui, même la margarine est produite à partir d'hydrogène impropre.

M. Clay: Dans votre mémoire, vous dites aussi, à la page 5, dans la liste des questions étudiées, que l'industrie a parlé d'une charge importante. Vous parlez sans doute ici de la vapeur qui serait disponible à titre de sous-produit.

M. MacGregor: Oui. C'est le seul aspect dont on a parlé et il reste certainement bien peu de grands-pères dans les entreprises canadiennes qui seraient encore prêts à prendre les mêmes initiatives nobles qu'il y a 10 ans. Ils ne songeront pas à fabriquer du méthanol et de l'éthanol s'ils n'entrevoient pas la possibilité de réaliser des bénéfices. Ils ne le devraient pas non plus. Ils ne commenceront pas à utiliser de l'hydrogène, même si on peut faire des calculs pour montrer que le point de rentabilité est déjà atteint, si l'on construit un modèle avec des hydrogènes produits par des hydrocarbures et qu'on admet une efficacité de 80 à 85 p. 100 dans la conversion électrolytique aujourd'hui. On peut presque faire les calculs au sujet de l'hydrogène. En achetant l'énergie de l'Hydro Ontario aux taux de l'électricité, on pourrait probablement réussir.

Mais c'est là une initiative gouvernementale. Du moins, il devrait revenir au gouvernement de prendre des initiatives importantes et audacieuses en vue de l'utilisation d'une chose qui semble aujourd'hui mystérieuse. Elle ne l'est pas. Elle est à notre portée. L'infrastructure nécessaire à la première étape pourrait être mise en place immédiatement par l'industrie canadienne, par Noranda, par leur entreprise conjointe avec Electrolizer Canada.

[*Texte*]

Mr. Clay: One of the questions I have here is in regard to the steam use. I am trying to get a feeling for the concentration involved. How far can that steam be transmitted and still be economic? How much does the industry actually have to be concentrated around the Bruce site, or how far can that steam be taken for industry elsewhere?

Mr. MacGregor: Good question, the technical limits of steam generally. You can distinct heat some 20 miles away as long as you concentrate your calories in a liquid mode, in pressurized not water. You can do that some 20 miles away. But with steam in a vapour form you are limited technically, because of condensate trips, to about five miles, which actually gives you 10 miles if you go out.

Mr. Clay: So there would have to be quite an incentive to get that concentration of industry around there.

Mr. MacGregor: Yes, but it is a local initiative. A part of the local initiative in the Bruce was established by nine municipalities affected by the BNPD, and they became a unit identified as the Bruce County Economic Development Committee. The Ontario Energy Corporation and Atomic Energy of Canada Limited contacted 100 Canadian high-energy using industries in an industrial survey. They responded to that survey and indicate that today there is a significant load for 10 per cent of what can be made available, and that is 1 million pounds of steam. That is 5,000 barrels of oil per day, so if Canadian industry was given an opportunity for the inflation-proofed advantages in energy pricing inherent at the Bruce then we move into a renaissance of industrial expansion, stabilization of energy costs, the development of energy currencies and all kinds of opportunities that can fold into each other in a complementary way. The objective is to plan the park so you use primary steam, secondary steam and tertiary steam, and before you send it back to the power plant industry moves that steam when it is still in a vapour form but not usable by industry. They run it through cooling towers where they dissipate that heat to the environment to put it back into a liquid mode so it can be pumped back to be regenerated into steam.

The greenhouses here intend to serve that purpose. So you do not dissipate those heat units to the environment, you dissipate them to warm the air in a greenhouse and then use in part the byproducts and tertiary products from other elements of the energy park to complement each other. You begin to appreciate what the planet has been doing in cycles. We can do it there starting with an optimized energy mode that is found simply because you have made the plant more efficient to the tune of 50,000 barrels of oil a day, and then you start to apply it so it feeds on itself. You are on the threshhold then.

[*Traduction*]

M. Clay: L'une de mes questions a trait à l'utilisation de la vapeur. Je cherche a savoir quelle serait la concentration réalisée. A quelle distance cette vapeur pourrait-elle être transportée et demeurer rentable? Dans quelle mesure faudrait-il que l'industrie soit concentrée autour de la centrale de Bruce? Est-il possible de transporter cette vapeur vers des industries situées ailleurs?

M. MacGregor: C'est une bonne question. Il y a des contraintes techniques. On peut transporter la chaleur sur environ 20 milles, pourvu que les calories soient concentrées sous forme liquide, sous forme d'eau chaude pressurisée. On peut le faire à une vingtaine de milles de distance. Mais sous la forme de vapeur, il y a des contraintes techniques. A cause de la condensation ce serait environ 5 milles. Si on compte les deux sens, ce serait 10 milles.

M. Clay: Il faudrait donc de très fortes incitations pour obtenir une telle concentration de l'industrie.

M. MacGregor: Oui, mais il s'agit d'une initiative locale. Une partie de cette initiative locale a été établie par 9 municipalités touchées par le BNPD et elles ont constitué un groupe appelé le comité de développement économique du comté de Bruce. La Société d'énergie de l'Ontario et l'Énergie atomique du Canada Limitée ont communiqué avec une centaine d'industrie canadiennes grandes consommatrices d'énergie, au cours d'une enquête industrielle. Selon les réponses à cette enquête, il y aurait une charge importante pour 10 p. 100 de ce qui peut être produit, c'est-à-dire 7 millions de livres de vapeur, ce qui représente 5 millions de barils de pétrole par jour. Si l'industrie canadienne avait l'avantage d'utiliser l'énergie produite à Bruce et de se mettre ainsi à l'abri des coûts de l'énergie poussés par l'inflation, on pourrait assister à un nouveau départ de l'expansion industrielle, de stabilisation des coûts de l'énergie, de développement de devises énergétiques et de toutes sortes de possibilités imbriquées les unes aux autres. L'objectif est de planifier le parc de telle sorte qu'on utilisera la vapeur primaire, la vapeur secondaire et la vapeur tertiaire et avant de la retourner à la centrale, l'industrie utilise cette vapeur alors qu'elle a encore la forme de buée et n'est pas utilisable par l'industrie. Elle la fait passer dans des tours de refroidissement où l'on utilise la chaleur pour la faire circuler dans l'environnement, pour ensuite retourner la vapeur sous forme liquide afin qu'elle puisse être pompée de nouveau vers la centrale et reproduite en vapeur.

Les serres serviraient cet objet. Au lieu de faire circuler la vapeur dans l'environnement, on s'en servirait pour réchauffer l'air dans les serres et utiliser ensuite en partie les sous-produits et les produits tertiaires des autres éléments du parc d'énergie pour qu'ils se complémentent l'un l'autre. On commence à comprendre ce que la planète a toujours fait en suivant des cycles. On peut le faire ici en commençant par une forme d'énergie optimisée qui se trouve simplement parce qu'on a fait une centrale plus efficace au rythme de 50,000 barils de pétrole par jour et ensuite on commence à l'utiliser de façon qu'elle s'alimente elle-même. Vous êtes alors en face de réalisations nouvelles.

[*Text*]

Mr. Clay: This cascading use of energy is very appealing. It implies a form of co-ordination and development that we have not typically seen, I think, in our society yet.

On page 6, the last paragraph of your comments, you note that you hope this committee will recognize the potential for such a project to develop as a world prototype and take whatever action is appropriate to move it substantially ahead.

Since we are basically talking about a form of development linked to a provincial utility and is therefore . . .

Mr. MacGregor: Not totally.

Mr. Clay: No, but in . . .

Mr. MacGregor: Atomic Energy of Canada still owns a 3 million-pound thermal generating plant inside.

Mr. Clay: I see.

Mr. MacGregor: Douglas Point Generating Station is there. This concept was presented to a Chinese delegation, it has been presented to American delegations; the Japanese are interested in it. It is a Canadian opportunity to demonstrate what can go hand in hand, in a passive way, dedicated to extreme conservation a helluva lot better than closing your doors and putting blinds on your window. There is an opportunity to move aggressively towards true conservation.

There is no place else in North America that you can optimize any system and find 50,000 barrels of oil a day except at the Bruce, because the in-house apparatus is there, the idle capacities are built in, the redundancy is there, the opportunities are there, the skeleton is in place. What it needs is an extreme and significant appreciation by both governments collectively to apply their agencies to assist in bridging that incipient cross-over point.

Mr. MacBain: Can you give us the amount of money involved that is required?

The Chairman: What are the bucks?

Mr. MacGregor: Let me just put a handle on the resource base. The dollars that the group has spent are insiginficant, something like $3 million, but they have proved a lot and they have got an opportunity, but they are restricted. Their vision does not go out, neither it should. The private sector—they are dedicated to profit, paying their taxes, good corporate citizenship, and that is where their mandate should stop.

The opportunities that are here go beyond that. They will develop the thermal aspect of that because there is profit potential from it but, collectively, if the full planning for the synergism that is there, for the advantages to incorporate oxygen as a byproduct to a high oxygen-using industry, to integrate hydrogen into a methanol plant, to upgrade the quality of the process so you get six for two rather than one for three out of the process and stretch the ability, stretch out the tree, so to speak.

[*Translation*]

M. Clay: Cette utilisation de l'énergie en cascade est très intéressante. Elle comporte une sorte de coordination et de développement que, de façon générale, nous n'avons pas encore vu dans notre société.

A la page 6, dans le dernier alinéa de vos observations, vous dites espérer que notre comité reconnaîtra que ce projet pourrait devenir un prototype mondial et prendra les mesures appropriées pour le faire avancer sensiblement.

Comme nous parlons, au fond, d'une réalisation qui est rattachée à une société provinciale d'utilité publique, et que . . .

M. MacGregor: Pas entièrement.

M. Clay: Non, mais . . .

M. MacGregor: L'Énergie atomique du Canada possède encore une centrale thermique de 3 millions de livres à l'intérieur du parc.

M. Clay: Je vois.

M. MacGregor: La centrale de Douglas Point est là aussi. Ce concept a été présenté à une délégation chinoise et à certaines délégations américaines. Les Japonais s'y intéressent beaucoup. C'est une occasion pour le Canada de démontrer qu'on peut travailler la main dans la main et dans la paix à des mesures d'extrêmes conservation, bien mieux qu'en fermant sa porte et en se refusant à toute collaboration. C'est une occasion de franchir une étape importante sur la route de la véritable conservation.

Il n'y a aucun autre endroit en Amérique du Nord où l'on pourrait essayer d'optimiser un système et trouver 50,000 barils de pétrole par jour. Cela se peut seulement à l'usine de Bruce parce que les installations sont en place, avec leur capacité de production ou même de surproduction. Les chances sont là, l'armature est en place. Ce qu'il faut, c'est que les deux niveaux de gouvernement comprennent qu'ils doivent donner à leurs organismes la directive d'aider cette centrale à franchir le point de rentabilité.

M. MacBain: Pourriez-vous nous dire quel serait le montant des investissements nécessaires?

Le président: Oui, les dollars.

M. MacGregor: En parlant d'investissements, il faut faire des distinctions. Le groupe a investi des sommes peu importantes, peut-être 3 millions de dollars, mais il a démontré que beaucoup de choses sont possibles. Toutefois, il est limité. Ses membres ont des vues restreintes, comme il se doit. A titre de membres du secteur privé, ils tiennent à faire des bénéfices, à payer leurs impôts, à être de bons citoyens, et c'est là que devrait prendre fin leur mandat.

Les chances qui s'offrent ici vont plus loin. Le groupe construira la centrale thermique parce qu'elle offre des possibilités de bénéfices, mais il faut collectivement envisager la planification du synergisme latent à cause des avantages qu'il y a à fournir l'oxygène comme sous-produit à une industrie qui utilise beaucoup d'oxygène, à intégrer l'hydrogène dans une usine de méthanol, à améliorer la qualité du processus afin d'en retirer 6 pour 2 au lieu de 1 pour 3 et d'étendre ainsi les possibilités de rendement.

[*Texte*]

The dollars that have been spent by the group are looking like about $30 million to put the infrastructure in place. There is about 1 million pounds of load that is there. That looks like it is a $100 million to $150 million investment, all significant, all new jobs, all new investment, all hard currency. But that does not touch the magnitude associated with the global significance of the energy initiatives that need to be taken by both governments and their appropriate agencies to accelerate and make certain that it is not restrained simply to incorporate the thermal employment opportunities. They are significant, mind you. But to give you a ballpark of the value of the resource that has been identified now as found, the 10 million pounds of steam is equal to 50,000 barrels of oil a day.

Mr. Gurbin: Is BTU equivalent the same?

Mr. MacGregor: Yes, BTU equivalent.

The Chairman: It is equal to 50,000 barrels of oil a day?

Mr. MacGregor: Yes. If you were to generate 10 million pounds of steam, you would have to burn 50,000 barrels of oil a day to generate it. Take that out to Alberta . . .

The Chairman: It is about 40 per cent of an oil sands plant.

Mr. MacGregor: When you really get down to it and demonstrate the value of the commodity against the tarsands or against the heavy oil plant, Esso's plant in Cold Lake will spend between $6 billion and $7 billion for the infrastructure to extract 140,000 barrels of oil a day. Now forget the energy that goes into that to thin that oil down and the energy that goes into it to upgrade it to world commodity value, the fact is that each barrel-a-day capacity, that that apparatus has been built to extract, is $43,000 per barrel—day—$6 billion divided by 140,000. Bring that back to the Bruce at the 50,000 barrels a day, it is a $2.15 billion resource that has been found, simply out of better optimization of present infrastructure.

• 1750

Now if you take that and seed it—take the advantages of the electricity that is surplus today to plan for the infrastructure and development of modes so that transformation can be introduced first, then Canada becomes recognized for its global leadership in energy modes away from hydrocarbon fuels—forgetting all of the environmental advantages inherent in the implementation.

Mr. Clay: I think, Mr. Chairman, we will look at this with considerable interest because we tend quite often to have very general proposals made to us and this is one of the more concrete ones certainly that has been submitted to this committee.

Thank you, Mr. MacGregor.

The Chairman: How far is that site from, say, a centre of population of 50,000 or 100,000 persons, right now?

[*Traduction*]

Les investissements faits par le groupe ressemblent à environ 30 millions de dollars pour mettre en place l'infrastructure. Il y a là une charge d'environ 1 million de livres. Cela ressemble à un investissement de 100 à 150 millions de dollars, un investissement important qui crée de nouveaux emplois et produit de l'argent lourd. Mais cela n'a rien à voir avec l'ampleur de l'importance globale que peuvent avoir les initiatives à prendre dans le domaine de l'énergie par les deux gouvernements et par leurs organismes pour accélérer les choses et s'assurer qu'on ne s'en tiendra pas à l'utilisation des possibilités de la centrale thermique. Il y a là, bien sûr, des possibilités importantes, mais pour vous donner une bonne idée de la valeur des ressources déjà identifiées, les 10 millions de livres de vapeur sont l'équivalent de 50,000 barils de pétrole par jour.

M. Gurbin: Ce serait la même équivalence en BTU?

M. MacGregor: En BTU, oui, la même équivalence.

Le président: C'est équivalent à 50,000 barils de pétrole par jour?

M. MacGregor: Oui. Pour produire 10 millions de livres de vapeur, il faudrait consommer 50,000 barils de pétrole par jour. Amenez cela en Alberta . . .

Le président: C'est à peu près 40 p. 100 d'une usine de sables bitumineux.

M. MacGregor: Pour se faire une bonne idée de la valeur de cette production et la comparer à celle des sables bitumineux ou de l'usine de pétrole lourd, disons que l'infrastructure de l'usine d'Esso à Cold Lake coûtera entre 6 et 7 milliards de dollars et servira à extraire 140,000 barils de pétrole par jour. Oublions l'énergie qu'il faut pour amincir le pétrole et l'énergie qu'il faut pour l'améliorer conformément aux normes mondiales, le fait est que la capacité en barils par jour de cette installation équivaut à $43,000 par baril-jour, c'est-à-dire 6 milliards divisés par 140,000. Ramenée à l'échelle de la centrale de Bruce, avec ses 50,000 barils par jour, c'est une ressource de 2.15 milliards de dollars simplement parce qu'on aura trouvé des moyens d'optimiser l'utilisation de la présente infrastructure.

Si on sème aujourd'hui, c'est-à-dire si on prend les avantages de l'électricité dont nous avons des surplus pour planifier l'infrastructure et la mise en œuvre d'autres formes d'énergie afin que la transformation puisse d'abord être engagée, alors le Canada devient un chef de file mondial dans le domaine des formes d'énergie qui n'utilisent pas les hydrocarbures, sans penser à tous les avantages qui en découlent sur le plan de l'environnement.

M. Clay: Monsieur le président, nous examinerons cette proposition avec beaucoup d'intérêt, car d'habitude on nous fait des propositions très générales alors que celle-ci est certes l'une des plus concrètes ayant été présentée à notre comité.

Merci, monsieur MacGregor.

Le président: A quelle distance se trouve l'emplacement de cette centrale d'un centre de 50,000 ou 100,000 habitants?

[*Text*]

Mr. MacGregor: Quite a piece, but that is a part of it. That plant was constructed midway between two small towns. Both small towns evolved and accommodated the dormitory impact of the construction and operational forces. Those same small towns are quite able to demonstrate beyond this—the lines go beyond this, there are another two sections of the model, where after you have made the steam do its work you can get into significant new infrastructure for space heating, district heating. That is on the bottom end of the cycle, where you concentrate your calories in a liquid mode and you can pump them to accommodate those communities. But it is 80 miles from Kitchener and 90 miles from London, and a million miles from Toronto when you are driving in a snowstorm.

The Chairman: I would be very surprised if Mr. Gurbin did not have a couple of questions.

Mr. Gurbin: I have no questions.

The Chairman: I want that on the record.

Mr. Gurbin: I wanted to put that on the record. I would just like to comment that my friend is here. At the end of our session the question was whether or not to invite Sam at all. The question was confusing me for awhile because I think that your point about parochialism is very well taken and one of my concerns in inviting him was that it would take away from the concept by the very fact it happens to be located in my constituency.

I would just like to identify the fact that I appreciated that difficulty and I appreciate the fact that you are able to leave an open mind to consider it and also to hear him.

The second point I would make is that although it may appear differently I would suggest to you that it is not the reason I am in politics and that I have no personal interest in this at all except that it is one of the ways that I became familiar with some of the opportunities that we have in Canada for energy rather than some of the problems. There has been a narrowness in our approach many times and a lack of eagerness to do something about the problems that we have had. Some of our major difficulties have been pointed out by many of the witnesses we have had before this committee. So, on that basis I thought it was important to bring it forward.

Mr. MacBain: Mr. Chairman, with respect to the greenhouses, I do not think anyone brought up the balance of payments.

Mr. Gurbin: Between $200 million and $400 million a year in balance of payments to Canada for imported tropical vegetables and fruits, depending on how much you plan on doing.

Mr. MacGregor: Please try to get a handle on the hydrogen aspect. Regardless of whether it is in the gross national or gross domestic product, we are the world's largest consumers. Per capita we consume in oil terms, nine tons of oil per person per year in Canada. As we move to carbons that becomes significant, and that is a lot, we do not need to.

The Chairman: I would have been surprised if having this in my backyard you would not have been interested, Mr. Gurbin.

[*Translation*]

M. MacGregor: C'est assez éloigné, mais cela fait partie de la proposition. La centrale a été construite à mi-chemin entre deux petites villes. Les deux petites villes ont grandi et sont devenues les villes dortoirs des équipes de construction et d'exploitation. Ces deux mêmes petites villes peuvent très bien démontrer autre chose, car les lignes sont tracées plus loin et il y a deux autres sections au modèle, où l'on voit qu'après avoir utilisé la vapeur, on peut réaliser d'importantes nouvelles infrastructures pour le chauffage d'habitations et du district. C'est à la fin du cycle, ou l'on peut concentrer les calories dans un liquide et les pomper pour répondre aux besoins de ces villes. Mais l'emplacement est à 80 milles de Kitchener et à 90 milles de London, et à un million de milles de Toronto si vous y allez en voiture un jour de tempête.

Le président: Je serais très étonnée si M. Gurbin n'avait pas quelques questions à poser.

M. Gurbin: Je n'ai aucune question.

Le président: N'oubliez pas d'inscrire cela au compte rendu.

M. Gurbin: Je voudrais que ce soit au compte rendu. Je voulais seulement signaler que mon ami est ici. A la fin de notre séance, la question se posait de savoir s'il fallait ou non inviter Sam. J'ai quelque peu hésité à répondre à la question parce que vous avez soulevé un point intéressant en parlant d'esprit de clocher et je craignais qu'en invitant ce témoin, on ne s'éloigne de ce concept parce que justement, c'est situé dans ma circonscription.

Je veux simplement dire que j'ai bien compris cette difficulté et je suis heureux de voir que vous avez assez de largeur de vue pour examiner la question et entendre le témoin.

En deuxième lieu, j'aimerais dire que malgré les apparences, ce n'est pas pour cette raison que je fais de la politique et que je n'ai aucun intérêt personnel dans ce projet sauf que c'est une des choses qui m'ont appris qu'en matière d'énergie, nous, au Canada, avons des occasions d'initiative plutôt que des problèmes. Nous avons souvent manqué d'envergure et peut-être aussi du désir de faire quelque chose au sujet de nos problèmes. Certains de nos témoins sont venus nous signaler quelques-unes de nos grandes difficultés. Et c'est pourquoi j'ai pensé qu'il était important d'en parler.

M. MacBain: Monsieur le président, au sujet des serres, je pense que personne n'a parlé de la balance des paiements.

M. Gurbin: C'est entre 200 et 400 millions de dollars par année dans la balance canadienne des paiements pour les fruits importés tropicaux et les légumes, selon l'ampleur de l'entreprise.

M. MacGregor: Essayons de nous en tenir à l'aspect de l'hydrogène. Peu importe que cela fasse partie du produit national brut ou du produit intérieur brut, nous sommes parmi les plus grands consommateurs au monde. Nous consommons 9 tonnes de pétrole par personne par année au Canada. Si nous passons aux carbones, cela devient important, et c'est une consommation énorme que nous n'avons pas à faire.

Le président: J'aurais été étonné que vous ne fussiez pas intéressé, monsieur Gurbin, attendu que ce projet était près de

[*Texte*]

So you do not have to be apologetic about it at all. On page 3, and this is my final question, you say something about:

• 1755

> It could be developed on its own with fast growing hybrid poplars or in conjunction with a pulp and paper industry using nuclear stem within the Energy Park.

You are talking about the feed stock for renewable energy components.

Mr. MacGregor: Methanol.

The Chairman: Yes. Quite a few of the members of this committee and some of the research staff, visited Kemptville recently. There are experiments which were quite remarkable to those of us who were able to visit the site. It is a joint venture, as you probably know. It is funded, 50 per cent by the Canadian government through DREE, and 50 per cent by the Government of Ontario through, I think, the Ministry of Natural Resources. I do not know if you have had an opportunity to visit that site, but possibly it might be of interest to you and your coleagues, if you have not, to know a little bit about it. We found the use of marginal farmlands, very interesting.

The Domtar paper company in Cornwall is very aware of the Kemptville experiment. Domtar's mill in Corwall is very, very far and is going farther and farther away from feedstock. They see these millions of acres around Ontario—marginal land, not doing anything, and they seem to think that there is quite a future, as you mentioned there, for fast-growing hybrid poplars for pulp and paper production, and possibly the use of them, also, for methanol.

Mr. MacGregor: Yes. If you pass off the wood waste from the pulp mill . . .

The Chairman: Right.

Mr. MacGregor: . . . to the biomass, especially if you have got a hydrogen supply, because you get it all back. If you properly plan the chemical interface, then we can start to live within the confines that our environment plays on us, because that is all we have got.

The Chairman: All right. John Graham, I think, has one or two questions before we adjourn.

Mr. Graham: You told us how this energy park would be planned and I think it is a great idea. You have mentioned how all these different products will be produced. But I do not think you mentioned much about the markets for the products. You mentioned possible future markets—opportunities—but, how would you co-ordinate the development of your park with the development of markets for the products you produce, such as hydrogen? There would not be any problem with the food from there?

Mr. MacGregor: There is no problem with hydrogen. If you dedicated 750 megawatts of electricity—dedicated 750 megawatts of electricity—dedicated to electrolysis, for the generation of hydrogen from water, that does not touch 2.5 per cent of Canada's consumption.

[*Traduction*]

chez moi. Vous n'avez donc pas à vous en excuser du tout. A la page 3, et c'est ma dernière question, vous écrivez ceci:

> Elle pourrait cultiver sa propre matière première à partir de peupliers hybrides de croissance rapide ou conclure une entente avec une industrie de pâtes et papiers qui utiliserait la vapeur nucléaire à l'intérieur du parc d'énergie.

Vous parlez de la matière première pour les éléments d'une énergie renouvelable.

M. MacGregor: Le méthanol.

Le président: Oui. Plusieurs membres de notre comité et du personnel de recherche ont visité Kemptville récemment. Nous y avons été témoins d'expériences assez remarquables. Il s'agit d'une entreprise conjointe, comme vous le savez probablement. Elle est financée à 50 p. 100 par le gouvernement canadien par l'entremise du MEER et à 50 p. 100 par le gouvernement de l'Ontario par l'entremise, sauf erreur, du ministère des Ressources naturelles. J'ignore si vous avez eu l'occasion de visiter cet endroit, mais ce serait sans doute intéressant pour vous et vos collègues de voir ce qui s'y passe. Nous avons trouvé que l'on faisait une utilisation très intéressante des sols agricoles pauvres.

La compagnie de papier Domtar, de Cornwall, suit de près l'expérience de Kemptville. L'usine de la Domtar, à Cornwall, est très très éloignée et en fait s'éloigne de plus en plus des matières premières. La compagnie voit ces millions d'acres de terre pauvre, en Ontario, qui ne servent à rien et ou semble croire qu'il y a là tout un avenir, comme vous l'avez mentionné, pour y cultiver des peupliers hybrides de croissance rapide destinés à la production des pâtes et de papiers et peut-être aussi à la production de méthanol.

M. MacGregor: Oui. Si vous transformez les rebuts de bois de l'usine de pâtes . . .

Le président: Justement.

M. MacGregor: . . . en biomasse, surtout s'il y a un approvisionnement d'hydrogène, parce que vous récupérez tout. Et si l'interface chimique est bien planifiée, on peut commencer à vivre dans les limites imposées par notre environnement, parce que c'est tout ce que nous avons.

Le président: Très bien. Je pense que John Graham voudrait poser une ou deux questions avant la fin de la séance.

M. Graham: Vous nous avez dit comment ce parc d'énergie serait planifié et je pense que c'est une excellente idée. Vous nous avez dit comment tous ces produits seraient produits. Mais sauf erreur, vous n'avez pas beaucoup parlé des marchés de ces produits. Vous avez parlé de marchés futurs possibles, de chances et d'occasions, mais comment pourrait-on coordonner la mise en valeur de votre parc et le développement de marchés pour les produits à écouler comme l'hydrogène? N'y aurait-il aucun problème en ce sens?

M. MacGregor: Il n'y a aucun problème en ce qui concerne l'hydrogène. Si l'on consacre 750 mégawatts d'électricité à l'électrolyse, c'est-à-dire pour la production d'hydrogène à partir de l'eau, cela ne représente pas 2.5 p. 100 de la consommation du Canada.

[*Text*]

Mr. Graham: At the present time.

Mr. MacGregor: At the present time.

Mr. Graham: Of hydrogen.

Mr. MacGregor: And that will increase. The demand for hydrogen to upgrade carbons, as we move into coals and heavy oils, is going to be unbelievable. Either that, or we are going to thermally pollute. Melting the floe ice is one thing, but when you melt the floe ice, then your water will absorb the solar influence, and you cannot put a bonnet on that, and your icecaps will melt, and you will flood six to ten large cities on the face of the earth. You just cannot say you will put enough CO_2 into the atmosphere to melt the floe ice, and stop there, because then you have got the water to absorb the heat and it becomes a self-fulfilling moderation that takes over.

Mr. Graham: Thank you.

The Chairman: Mr. MacGregor, on behalf of all the members, we are very pleased that you were able to come this afternoon. It is a very interesting proposal. Thank you very much.

This meeting is adjourned until, Wednesday, 10 December, 1980, at 3.30 p.m. Room 308.

An hon. Member: Am I right in assuming that this is the last week of meetings?

The Chairman: I hope so!

[*Translation*]

M. Graham: A l'heure actuelle.

M. MacGregor: Oui, à l'heure actuelle.

M. Graham: D'hydrogène.

M. MacGregor: Et cela augmentera. La demande d'hydrogène pour améliorer les carbones, à mesure que nous utiliserons plus de carbon et de pétrole lourd, sera incroyable. Ou bien, nous créerons de la pollution par les moyens thermiques. Faire fondre les banquises, c'est une chose, mais quand on aura fait fondre la banquise, l'eau absorbera l'influence du soleil, car cela ne peut se faire à l'abri, et la calotte fondra et 6 ou 10 grandes villes du monde seront inondées. On ne peut pas dire que l'on enverra dans l'atmosphère assez de CO_2 pour faire fondre la banquise et qu'on arrêtera là parce qu'à ce moment-là, il y a de l'eau pour absorber la chaleur et c'est un cycle auto-modérateur qui entre en opération.

M. Graham: Merci.

Le président: Monsieur MacGregor, au nom de tous les membres du comité, je vous remercie d'avoir pu venir témoigner cet après-midi. Vous nous avez présenté une proposition très intéressante. Merci beaucoup.

La séance est maintenant levée. Nous nous rencontrerons de nouveau le mercredi 10 décembre 1980 à 3 h 30, dans la salle 308.

Une voix: On peut supposer, j'imagine, que c'est la dernière semaine où nous aurons des réunions?

Le président: Je l'espère.

Canada Post Postage paid
Postes Canada Port payé
Third class
Troisième classe
K1A 0S7
HULL

If undelivered, return COVER ONLY to:
Canadian Government Printing Office,
Supply and Services Canada,
45 Sacré-Coeur Boulevard,
Hull, Québec, Canada, K1A 0S7

En cas de non-livraison,
retourner cette COUVERTURE SEULEMENT à:
Imprimerie du gouvernement canadien,
Approvisionnements et Services Canada,
45, boulevard Sacré-Coeur,
Hull, Québec, Canada, K1A 0S7

WITNESSES—TÉMOINS

From National Energy Board:

Mr. C. G. Edge, Chairman;

Mr. E. S. Bell, Director, Electric Power Branch;

Mr. P. G. Scotchmer, Director, Oil Policy Branch;

Mr. K. W. Vollman, Director, Energy Resources Branch.

Dr. Ken Hare.

Mr. C. J. MacGregor.

De l'Office national de l'énergie:

M. C. G. Edge, président;

M. E. S. Bell, directeur, Direction de l'électricité;

M. P. G. Scotchmer, directeur, Direction de la politique du pétrole;

M. K. W. Vollman, directeur, Direction des ressources énergétique.

Dr Ken Hare.

M. C. J. MacGregor.

Available from the Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, Hull, Quebec, Canada K1A 0S9

En vente: Centre d'édition du gouvernement du Canada, Approvisionnements et Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

DEPOSITORY LIBRARY MATERIAL

Publications

HOUSE OF COMMONS

Issue No. 35

Tuesday, December 2, 1980
Wednesday, December 10, 1980

Chairman: Mr. T. H. Lefebvre

CHAMBRE DES COMMUNES

Fascicule nº 35

Le mardi 2 décembre 1980
Le mercredi 10 décembre 1980

Président: M. T. H. Lefebvre

Minutes of Proceedings and Evidence of the Special Committee on

Alternative Energy and Oil Substitution

Procès-verbaux et témoignages du Comité spécial de l'

Énergie de remplacement du pétrole

RESPECTING:

Study on alternative energy and oil substitution

CONCERNANT:

Étude de l'énergie de remplacement du pétrole

WITNESSES:

(See back cover)

TÉMOINS:

(Voir à l'endos)

First Session of the
Thirty-second Parliament, 1980

Première session de la
trente-deuxième législature, 1980

29368—1

SPECIAL COMMITTEE ON ALTERNATIVE ENERGY AND OIL SUBSTITUTION

Chairman: Mr. T. H. Lefebvre

Messrs.

Corbett
Gurbin
MacBain
McCauley

COMITÉ SPÉCIAL DE L'ÉNERGIE DE REMPLACEMENT DU PÉTROLE

Président: M. T. H. Lefebvre

Messieurs

Portelance
Rose

(Quorum 4)

Le greffier du Comité

J. M. Robert Normand

Clerk of the Committee

Published under authority of the Speaker of the House of Commons by the Queen's Printer for Canada

Available from the Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

Publié en conformité de l'autorité de l'Orateur de la Chambre des communes par l'Imprimeur de la Reine pour le Canada

En vente: Centre d'édition du gouvernement du Canada, Approvisionnements et Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

MINUTES OF PROCEEDINGS

TUESDAY, DECEMBER 2, 1980
[*Text*]

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 9:30 o'clock a.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain and Portelance.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee met to discuss the future business of the Committee.

On motion of Mr. MacBain, it was agreed,—That certain expenses incurred by Middleton Associates during the preparation of the study that they were commissioned to prepare for the Committee, in the amount of $3,515.50, be paid.

On motion of Mr. MacBain, it was agreed,—That the Project Manager be requested to advise all Members of the Committee in writing that, on December 10, he will be considering a short list of names for the Report from which the Committee will be asked to make a final selection on December 11, and that Members be requested to make any name suggestions that they may have prior to December 10, 1980.

At 11:30 o'clock a.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

WEDNESDAY, DECEMBER 10, 1980
(49)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met at 3:42 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain and Portelance.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager; Mr. John Graham, Research Officer.

Witnesses: From Lawrence Livermore National Laboratories, California, U.S.A.: Dr. Richard Post and Dr. John Emmett.

On motion of Mr. MacBain, it was agreed,—That the Minutes of Proceedings of the *in camera* meeting held on Tuesday, December 2, 1980 be printed as circulated.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

Dr. Post and Dr. Emmett made opening statements and answered questions.

On motion of Mr. MacBain, it was agreed,—That Dr. P. A. Redhead and Dr. Terry Brown, both of the National Research Council, be allowed to question the witnesses.

PROCÈS-VERBAL

LE MARDI 2 DÉCEMBRE 1980
[*Traduction*]

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui, à huis clos, à 9 h 30, sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain et Portelance.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie de la Direction de la recherche de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef et responsable des projets du Comité.

Le Comité se réunit afin de discuter des activités futures du Comité.

Sur motion de M. MacBain, il est convenu,—Que soient remboursées à la société Middleton Associates certaines dépenses engagées au cours de la préparation de l'étude commandée par le Comité et qui s'élevaient à $3,515.50.

Sur motion de M. MacBain, il est convenu,—Que l'on demande au directeur de projet d'informer par écrit tous les membres du Comité qu'il étudiera le 10 décembre une courte liste de noms pour le rapport, liste à partir de laquelle on demandera aux membres du Comité de faire un dernier choix le 11 décembre et que l'on demande aux membres de proposer tous les noms qu'ils veulent suggérer, avant le 10 décembre 1980.

A 11 h 30, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE MERCREDI 10 DÉCEMBRE 1980
(49)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à 15 h 42, sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain et Portelance.

Aussi présents: De la Division des sciences et de la technologie de la Direction de la recherche de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef et responsable des projets du Comité; M. John Graham, recherchiste.

Témoins: De la Société Lawrence Livermore National Laboratories, Californie (É.-U.): M. Richard Post et M. John Emmett.

Sur motion de M. MacBain, il est convenu,—Que le procès-verbal de la séance à huis clos du jeudi 2 décembre 1980 soit imprimé, sans modification.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980, portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir Fascicule nº 1.*)

M. Post et M. Emmett font leurs déclarations préliminaires et répondent aux questions.

Sur motion de M. MacBain, il est convenu,—Que M. P. A. Redhead et M. Terry Brown, tous deux du Conseil national de recherche, soient autorisés à poser des questions aux témoins.

At 6:10 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

A 18 h 10, le Comité suspend ses travaux, jusqu'à nouvelle convocation du président.

Le greffier du Comité

J. M. Robert Normand

Clerk of the Committee

EVIDENCE

(*Recorded by Electronic Apparatus*)
Wednesday, December 10, 1980

• 1543

[*Texte*]

The Chairman: Good afternoon, ladies and gentlemen.

Before calling on our distinguished visitors, I would like to have one of the members make the necessary motion to print the minutes and proceedings of the in camera meeting held on Tuesday, December 2. I believe these minutes were circulated to you some time ago, long enough ago for you to read them, and if you are agreed, we would terminate that business right away.

Mr. MacBain: I move the minutes and proceedings of the in camera meeting held on Tuesday, December 2 be printed Mr. Chairman.

Motion agreed to.

The Chairman: Thank you, Mr. MacBain and Mr. Gurbin.

We will now go into the business of this afternoon. We are very pleased to have with us, from the Lawrence Livermore National Laboratories in California, two distinguished people in the field of fusion, Dr. Richard Post, on my left, and with him, Dr. John Emmett.

Gentlemen, we are very pleased you were able to accept our invitation. We know you had some problems getting here. We will not go into the details, but we hope the balance of your visit will make up for the inconveniences you had last evening.

I would like to take a short moment for the benefit of our visitors and put it on the record, while they are here—it will take just about two minutes to explain a little of the background of the committee, which the members and research staff are quite well aware of but perhaps some other people here are not.

The House of Commons Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution was established by an order of reference dated May 23, 1980. This seven-member parliamentary task force has been directed to explore and report upon the utilization of alternative energy sources and technologies for the purpose of identifying those holding particular promise for Canada.

Accordingly, the committee will conduct its assessment in the following terms: technical and economic feasibility, environmental and social desirability, potential impact on Canada's balance of payments, and over-all economic desirability.

The committee is especially interested in determining which options hold the best promise for reducing Canada's dependence on oil. In examining its mandate, the committee has decided that "alternative energy" shall refer to those energy sources and energy technologies which are not at present exploited in Canada to any significant degree. Coal liquefaction, for example, is an established technology in South Africa

TÉMOIGNAGES

(*Enregistrement électronique*)
Mercredi 10 décembre 1980

[*Traduction*]

Le président: Bonjour à tous!

Avant de donner la parole à l'un de nos distingués visiteurs, j'aimerais qu'un membre du comité présente la motion requise pour l'acceptation des procès-verbaux et des délibérations de la réunion à huis clos du mardi 2 décembre. Je crois que ces documents vous ont été remis depuis un certain temps, assez longtemps d'avance pour vous permettre de les lire, et si vous êtes d'accord, nous en finirons immédiatement avec cette question.

M. MacBain: Monsieur le président, je propose que les procès-verbaux et les délibérations de la séance à huis clos du mardi 2 décembre soient acceptés.

Motion acceptée.

Le président: Merci Monsieur MacBain et Monsieur Gurbin.

Venons-en maintenant au sujet de cet après-midi. Nous avons le grand plaisir d'avoir avec nous deux compétences dans le domaine de la fusion: Dr. Richard Post à ma gauche et son compagnon, Dr. John Emmett. Ils sont tous deux attachés au Lawrence Livermore National Laboratories de Californie.

Messieurs, nous sommes très heureux que vous ayez été capables d'accepter nos invitations. Nous savons que vous avez eu quelques problèmes en chemin. Mais, nous n'entrons pas dans les détails, nous espérons seulement que le reste de votre visite pourra compenser pour les inconvénients d'hier soir.

J'aimerais prendre quelques instants pour le bénéfice de nos visiteurs et l'inscrire au procès verbal pendant qu'ils sont ici. J'en ai pour deux minutes à peine, le temps d'expliquer un peu l'historique du Comité. Ceux qui en font partie ainsi que l'équipe de recherchistes en sont bien au courant, mais je doute qu'il en soit de même pour tous ceux qui sont ici.

Le Comité spécial de la Chambre des Communes sur les énergies alternatives et les substituts du pétrole a été créé par une ordonnance constitutive en date du 23 mai 1980. Ce comité parlementaire de sept membres a été formé pour étudier la possibilité d'utiliser d'autres sources d'énergie et d'autres technologies en s'attachant particulièrement à celles qui s'avéreront prometteuses pour le Canada. Après quoi, il devra faire rapport de ses travaux.

En conséquence, le comité devra étudier tous les apects techniques et économiques du problème, chercher à savoir dans quelle mesure ces sources d'énergie sont souhaitables pour la société et son environnement, déterminer leur importance pour notre balance des paiements, et surtout, voir si elles sont souhaitables du point de vue économique.

Le Comité est particulièrement intéressé à connaître ces options qui sont le plus susceptibles de libérer le Canada de sa dépendance du pétrole. En étudiant les termes de son mandat, le Comité en a conclu que les «énergies alternatives» devraient comprendre les sources d'énergie et les technologies dans ce domaine, qui pour le moment, ne sont pas suffisamment exploitées au Canada. La liquéfaction du charbon, par exem-

[*Text*]

but it represents an alternative energy technology from a Canadian point of view and, therefore, is subject to our consideration.

The alternative energy sources that the committee expects to consider are: biomass energy, fusion energy, geothermal, hydrogen, ocean, solar, tidal, wind, among others. Technologies which may be promising in Canada are the following: coal conversion, co-generation, combined-cycle electrical generation, district heating, fluidized bed combustion, fuel cells, heat pumps, and non-gasoline-powered vehicles—an example being the use of propane or alcohol. I just wanted to have that on the record.

Now before giving the floor to Dr. Richard Post and Dr. John Emmett, on behalf of the committee I would like to say that we were very impressed with the facilities that this committee was able to visit while in the United States. Some of us, of course, had an opportunity to visit the Princeton laboratories where some great work in fusion is going on, also at Albuquerque, New Mexico, at the Sandia laboratories. Some of our members visited both you gentlemen in your great experiments at Lawrence Livermore.

I must say that we were impressed not only with the work going on, but with the openness of discussions which were held and the obvious anxiety of everyone we spoke to displayed in their urgent requests that Canada keep its hand in in this field which is opening up before us.

With those remarks I would like to welcome you once again, gentlemen. I understand that you will not necessarily be speaking from a text, but that you will use the screen to some extent to explain your points detail. I will now give the floor over to you. Thank you.

Dr. J. Emmett (Scientist, Lawrence Livermore National Laboratories, California, U.S.A.): Thank you, Mr. Chairman. It is a pleasure for Dick Post and I to have the opportunity to address you and this committee, and talk to you about the kind of work in which we are engaged in the United States.

In doing this, the method we have chosen is for me to give a slide overview of the energy business; it is one that is in a sense highly debatable because, I think if you have talked to anybody in the energy business you realize that almost everybody has slightly different points of view, if not broadly different points of view. I want to do that to put into context why we work on fusion energy and why we think it is important; why we think that the industrialized nations of the world have not only an opportunity to exploit it but a responsibility to exploit it for the rest of the civilization that exists on the planet.

Now, I am going to open with that kind of an introduction. Then Dr. Post is going to explain a little bit about the fusion process and the magnetic fusion approach to it. Following that I will come back here and explain a little bit about the inertial confinement approach to the fusion process.

[*Translation*]

ple, est une technologie reconnue en Afrique du Sud, alors qu'au Canada, elle représente seulement une possibilité. Nous devons donc nous y intéresser.

Les sources d'énergie possibles que le comité espère étudier sont les suivantes: l'énergie de masse, l'énergie de fusion, l'énergie géothermique, l'hydrogène, l'océan, l'énergie solaire, les vents, les marées, etc. Quant aux technologies qui pourraient être prometteuses pour le Canada, ce sont: la conversion du charbon, la co-génération, la production d'électricité par cycle combiné, le chauffage de district, la combustion de gisements fluidifiés, les éléments de combustible, les pompes de chaleur et les véhicules à l'alcool ou autres carburants que l'essence. Je voulais juste préciser ces choses publiquement avant de céder la parole à Dr. Richard Post et à Dr. John Emmet.

Au nom du Comité, je voudrais ajouter que nous avons été vivement impressionnés par les installations que nous avons eu l'occasion de visiter lors de notre passage aux États-Unis. Quelques-uns d'entre nous, évidemment, ont eu l'occasion de visiter les laboratoires de Princeton où de grands travaux sont en cours dans le domaine de la fusion; il s'accomplit aussi de grandes choses dans les laboratoires d'Albuquerque (New Mexico) et de Sandia. Certains de nos membres ont pu vous voir à l'œuvre, Messieurs, à Lawrence Livermore.

Je dois dire que nous avons été impressionnés non seulement par vos réalisations, mais encore par l'ouverture d'esprit de tous ceux que nous avons rencontrés chez vous et qui manifestaient ouvertement le désir de voir le Canada participer sans tarder à l'effort qui se fait dans ce domaine.

Cela étant dit, Messieurs, je voudrais vous souhaiter la plus cordiale bienvenue, encore une fois. Si je comprends bien, vous n'avez pas de texte, mais vous allez utiliser largement l'écran pour bien vous faire comprendre. Je vous laisse donc la parole. Merci.

Dr. J. Emmett (chercheur, Lawrence Livermore National Laboratories, Californie, É.-U.): Merci, monsieur le président. C'est un plaisir pour Dick Post et moi-même d'avoir l'occasion de nous adresser aux membres de ce comité pour parler du genre de travail que nous accomplissons aux États-Unis.

Pour ce faire, nous avons retenu la formule suivante: je commencerai par vous donner mon opinion personnelle sur la situation énergétique dans le monde; ce sera donc un point de vue tout à fait personnel, donc ouvert à la discussion. Si vous parlez à n'importe quel expert dans le domaine de l'énergie, vous constaterez que chacun a sa façon de voir les choses et que les points de vue peuvent différer plus ou moins grandement. Si je procède de cette façon, c'est pour vous aider à comprendre pourquoi nous travaillons sur l'énergie de fusion et pourquoi nous croyons que cette recherche est importante. Vous comprendrez du même coup pourquoi nous croyons que les nations industrialisées du monde ont non seulement la chance de pouvoir mener ces recherches, mais aussi l'obligation de le faire pour le reste de l'humanité.

Je ferai donc ce genre d'introduction, puis monsieur Post vous expliquera le processus de fusion et la voie magnétique pour y arriver. Après quoi, je reviendrai au micro pour expliquer à mon tour, la voie dite de fusion par confinement inertiel.

[*Texte*]

So, if I may, I want to start with some very trivial things that the basis for thinking about the energy problem on a global scale. First off, one is always faced with an issue of growth and the impact of growth. I think you all remember the much publicized Club of Rome study which says that things grow exponentially until a certain critical point is reached and then there is a great calamity and the civilization sinks back into obscurity.

• 1550

The dotted line in the vertical direction here shows the impossible situation of just unlimited exponential growth, and I think everybody understands that that is not a realistic situation. But I think if one really looks at the history of the world and so forth, the more reasonable situations are transitions from one level, through a rapid stage of growth caused by some possibilities existing in the society, to another relatively stable level. This is typical of the development of most societies.

We happen to be in one of these transitions right now because of the following set of circumstances on the planet. That is, if you will look at my little graphs here which run for sort of 5,000 years in the past to 5,000 years in the future, what you notice is that the growth rate in the population of the world was very small, typically in the order of tenth of a per cent for the last 5,000 years. This means that the population only doubles in 700 years, which means that most institutions can cope with things that change slowly over 700 years and you can change the styles of society, you can change your ways of accessing resources.

But then all of a sudden the death rate declined rather remarkably and the birth rate stayed approximately constant in the world, and the end result is that the population growth rate shot up to about 2.1 per cent in the world, which meant that the world population has doubled in the last 30 years. Now, there is some indication that this is coming down again. Maybe we are down to something like 1.8 or 1.9 per cent a year right now, and if we project that falling as rapidly as anybody believes possible, maybe we can then achieve a level very low growth situation.

This does not look like much, this little pip of a happening in the middle of a 10,000= year interval of time, but what it does to the world is this. At about 1700 the world population was only 700 million people. We are now sitting on the order of 4 billion. Just drawing my curve down the other side as rapidly as you can draw it down, you go to 10 billion, and a lot of astute observers of this kind of thing in the world agree that 20 billion is a more likely equilibrium configuration. That is a tremendously rapid change over a very short interval of time. You are talking about things that change by orders of magnitude over a period of time like a few generations, and institutions do not cope with that well. Now, this drives a lot of processes, the accessing of resources, the pollution of the

[*Traduction*]

Donc, si vous permettez, j'aimerais commencer par dire une série de banalités qui constitutent le fondement de toute réflexion sur le problème de l'énergie dans son ensemble. D'abord la croissance et son impact sur les ressources énergétiques. Nul doute que vous connaissez tous la fameuse étude du Club de Rome qui explique comment tout croît de façon exponentielle jusqu'à un point critique, puis, survient une grande calamité qui fait sombrer la civilisation dans l'obscurité.

Les pointillés que vous voyez en direction verticale montrent qu'il est impossible d'obtenir une croissance exponentielle illimitée, et je crois que tout le monde se rend compte que cela créerait une situation tout à fait irréaliste. Au contraire, si l'on regarde bien l'histoire de l'humanité, on s'aperçoit que les situations les plus vraisemblables sont les situations de transition où, grâce à une croissance rapide explicable par le dynamisme interne de la société, on arrive d'un niveau à un autre qui, lui, va demeurer relativement stable. C'est comme ça que la plupart des sociétés se sont développées.

Par un concours de circonstances sur la planète, nous nous trouvons, comme par hasard, dans une de ces périodes de transition à l'heure actuelle. C'est-à-dire que si vous regardez mes petits graphiques ici, qui remontent de 5,000 ans dans le passé et qui vont jusqu'à 5,000 ans dans l'avenir, vous remarquerez que le taux de croissance de la population mondiale était très faible au départ, de l'ordre de 0,1 p. cent pour les 5,000 dernières années. Ce qui veut dire que la population n'a fait que doubler en 700 ans, ce qui veut dire que la plupart des institutions sociales peuvent s'adapter aux choses qui évoluent lentement sur une période de 700 ans, ce qui veut dire, donc, que nous pouvons changer nos styles de vie et nos façon d'utiliser les ressources naturelles.

Puis, tout à coup, le taux de mortalité a chuté de façon plutôt dramatique alors que le taux de natalité restait pratiquement stable dans le monde, ce qui eut pour résultat une augmentation spectaculaire de 2,1 p. 100 du taux de croissance de la population mondiale: cette population a donc doublé au cours de ces 30 dernières années. Aujourd'hui certains indices nous laissent croire à une nouvelle baisse du taux de croissance de l'ordre de 1,8 p. 100 ou de 1,9 p. 100 annuellement pour le moment. Si cette baisse continue à un rythme aussi rapide que possible, peut-être connaîtrons-nous un très faible taux de la population mondiale.

Mais ce n'est pas du tout ce qu'on peut entrevoir dans 5000 ans d'ici. Et cela entraîne un certain nombre de conséquences pour notre monde. Aux environs de 1700, la population du globe était de 700 millions à peine, et nous sommes aujourd'hui dans l'ordre de 4 milliards d'habitants sur la planète. Si l'on abaisse cette courbe aussi rapidement que possible pour la faire rejoindre l'autre côté, nous serons dans les 10 milliards, et d'autres observateurs plus malins disent que 20 milliards serait un chiffre plus près de la vérité. Cela représente donc un changement extrêmement rapide dans un temps très court, l'espace de quelques générations, et les institutions n'arrivent pas à s'y adapter comme il faut. De là nos préoccupations actuelles: l'accès aux ressources, la pollution de l'environne-

[*Text*]

environment and so forth, and I want to comment about the issue of resources for a minute in this context.

You know, we can mine the iron ore. If I put it in the United States context for the moment, or Minnesota where I grew up, when we first started mining iron ore, we could get it at 60 or 70 per cent iron purity out of the Mesabi Range, and it did not take too much energy to do that. When the Mesabiore is completed or we need more of that, we can go to the taconites, which are 10 or 15 per cent iron. We just have to input a lot more energy to get the iron out.

We can recycle iron. We can tear down old buildings and automobiles, and by taking the materials and putting energy into it we can get those pristine materials back to rebuild other things. That is true of most of the resources that exist in the world. That is, it only takes an ever larger increase of energy input to use an ever less rich source of ore, but the abundance of most things is extremely large, even if you are ultimately reduced to extracting them out of sea water.

But you notice one of the interesting things I have said here, and that is that you have to keep putting more energy in. Well, the interesting thing is that that energy is the one resource that is not like that, in a sense. You cannot just keep putting energy in to get more energy, if you know what I mean. You finally get down to the point where the energy you put in to extracting the next barrel of oil or the next ton of coal or something is equalled by the energy in that coal, and it is clear that you have had to quit a long time before that. So energy is a little different, as a resource issue, from all of the hard resource. It is kind of a once-through use and game-over situation.

In order to put this wild change in world population and energy consumption and resource consumption into a very short term and U.S. context, let me show you one view of the energy crisis in the United States before the energy crisis was realized in the United States. This was just a graph showing the total energy use in the United States put in barrels of oil equivalent as a function of time, and it showed that through an extended period of time there was surplus, that is, there was more production capability than there was consumption. Our domestic fossil energy reserves were very large. We realize that we would be transitioning in this period of time to a large use of imported fossil energy which was largely at that time conceived of as being Saudi Arabia in the Middle East. This demand curve which is shown here was a demand curve based on the fact that the energy per capita use in the United States did not increase, but just increased with population.

• 1555

You can see that there is a sort of white region in this chart which is called domestic, non-fossil energy; that is, you are using all your oil and coal in the United States, you are pumping the Middle East dry, and still you are running into a

[*Translation*]

ment, etc. C'est dans ce contexte que j'aimerais m'arrêter un peu à la question des ressources.

Nous pouvons extraire le minérai de fer, vous savez. Si maintenant, je me place dans le contexte des États-Unis ou dans celui du Minnesota où j'ai grandi, quand nous avons commencé à extraire le minerai de fer, nous pouvions obtenir un minerai à 60 ou 70 p. 100 pur de nos mines de Mesabi, et cela ne demandait pas trop d'énergie. Quand le minerai de Mesabi s'est épuisé ou qu'il nous fallait davantage de fer, nous pouvions toujours aller chercher le taconite qui contient du fer à 10 ou 15 pour cent.

Nous pouvons récupérer le fer de nos vieilles autos et de nos vieux immeubles, récupérer tous nos vieux matériaux, les transformer par l'énergie pour construire autres choses. Il en est de même pour la plupart des ressources qui existent dans le monde: il s'agit simplement de mettre toujours plus d'énergie pour transformer un minerai de plus en plus pauvre. Mais la plupart de nos ressources sont en extrême abondance, même si l'on devait, finalement, être réduit à les extraire du fond des mers.

Remarquez bien quelque chose d'intéressant dans ce que je viens de vous dire: il faut y mettre toujours plus d'énergie. Autre chose encore intéressante à noter, c'est que, dans un sens, l'énergie ne se comporte pas comme ces autres ressources. Je veux dire que vous ne pouvez pas juste mettre encore plus d'énergie pour obtenir de l'énergie. On arrive finalement à un point où l'énergie que vous dépensez pour le prochain baril de pétrole ou la prochaine tonne de charbon ou autre, est égale à la quantité d'énergie que vous obtenez de ce charbon, et il est clair qu'il faut abandonner bien longtemps avant d'en arriver là. Donc, l'énergie est une ressource différente des autres, et en tant que telle, elle représente une ressource qui ne peut servir qu'une seule fois sans qu'il soit possible de la récupérer sous d'autres formes.

Pour vous faire comprendre ce changement brutal survenu dans la population mondiale en si peu de temps et ses conséquences pour notre consommation d'énergie et d'autres ressources dans le contexte américain, je vais vous donner une idée de la crise d'énergie qui était prévue pur les États-Unis avant même qu'elle devînt une réalité. Ce graphique vous faisait voir, en fonction du temps, la quantité totale d'énergie, traduite en barils de pétrole, consommée aux États-Unis. Vous pouviez remarquer que pendant un certain temps, nous avons connu un excédent de la production par rapport à la consommation. Nos réserves d'énergie fossile étaient énormes. Nous comprenons que pour cette période de temps, nous aurions besoin d'une grande quantité d'énergie fossile importée, ce qui, à cette époque, voulait dire, importée de l'Arabie Saoudite au Moyen-Orient. Cette courbe de la demande que vous avez ici prenait pour acquis que la consommation d'énergie per capita aux États-Unis n'allait pas en augmentant, mais que la demande croissait uniquement en fonction de la population.

Vous pouvez remarquer une sorte de zone blanche dans ce tableau: elle représente l'énergie domestique autre que l'énergie fossile. En d'autres termes, après avoir pris tout le pétrole et tout le charbon de source américaine, et mis le Moyen-

[*Texte*]

kind of a supply and demand gap. This chart predicted there would be a problem in about 1973 or 1974, or certainly by 1980 and the Arabs hastened that along with the oil embargos. But it was pretty clear that it was about to happen.

But, when you look at a situation like this, and you look at it on this short term, you are always driven to say, "Well, why not just conserve a little bit, why not just bring down this demand curve a little farther, and do this, and I can get through this period of time". But, I think if you look at this in the proper time scale, you realize this is in a sense just the beginning of the end. Let me put it in a global context for you, and that is, if I use the same graph, I use to show the population growth rate—this is what Icall the fossil fuel era, and that is where you take all the coal, oil, and natural gas of the world, and you look at how it is going to be consumed. The projections I gave you of population, if projected on a consumption basis of the fossil fuel reserves, look just like that. So you realize a couple of interesting things. In spite of the fact that all of us have always had coal, oil, and gas, all of our lives, the use of fossil fuels is a very, very recent situation in the history of the world, and it is one of those things that is not going to exist very far into the future. That is, it is one of those little flashes in the pan that happens to be a very lucky flash in the pan in a sense that it allows us to build an industrial civilization. But clearly, regardless of what you do, conservation and production in the fossil fuel area is not going to be any long-terms solution to your problem. It is just very simply a limited resource wich is going to get used up in this fashion.

You can choose as a highly industrialized, wealthy western nation to use it yourself and prevent the Third World from attaining a reasonable standard of living, or you can try to bring the Third World up to our energy consumption and our standard of living. All that happens is this becomes a lot narrower and a lot higher, but it is a finite resource.

So, the bottom line to the whole discussion and why we are talking here today is this. The proper use, the proper conservation, the proper application of fossil fuel is an incrediblely important matter, but it is something that is not going to exist very long. I think that we have responsibility as one of the high technology nations of the world to create some options for this civilization. You know that supply and demand do not have to differ from each other by very much before there are very, very large dislocations in the economy. It was not more that 300 years ago that we were fighting wars over the availability of spices from the Middle East, for example. You can well understand what is going to happen when the issue is whether or not you have food, whether or not you are able to heat your homes, or you die of freezing or starvation. Long before we get

[*Traduction*]

Orient à sec, il nous reste encore un écart à combler entre la demande et l'offre. Ce tableau prévoyait des difficultés d'approvisionnements pour l'année 1973 ou 1974, ou 1980 au plus tard. Les Arabes n'ont fait qu'accélérer le processus avec leur embargo sur le pétrole, mais c'était assez clair que cela devait arriver.

Mais devant une situation comme celle-là, si l'on raisonne à court terme, on est toujours porté à dire: «Avec un peu plus de conservation, et si nous réduisons notre consommation, nous pourrons toujours passer à travers cette période.» Mais, je pense que si l'on se place dans la vraie perspective qui en est une à long terme, on comprendra que, dans un certain sens, c'est juste le commencement de la fin. Plaçons-nous maintenant dans un contexte global, c'est-à-dire en nous servant du même graphique qui nous a servi à montrer le taux de croissance de la population mondiale. C'est ce que j'appelle l'ère de l'énergie fossile, et c'est là que nous prenons tout le charbon, le pétrole et le gaz naturel du monde, et essayons de comprendre comment toute cette énergie va être consommée. Nos projections sur la croissance de la population donneront quelque chose comme ça, si on les met en rapport avec la courbe de consommation des réserves d'énergie fossile. Vous pouvez donc faire plusieurs constatations intéressantes: en dépit du fait que chacun de nous a toujours connu toute sa vie, le charbon, le pétrole et le gaz naturel, les combustibles fossiles représentent quelque chose de très, très récent dans l'histoire de l'humanité, et ce sont des ressources qui seront épuisées avant longtemps. En d'autres termes, cela représente un éclair passager, mais un éclair bienfaisant en un sens, puisqu'il nous a permis de bâtir cette civilisation industrielle. Mais, quoi qu'on fasse, il est clair que la conservation et la production de combustibles fossiles ne pourront pas résoudre nos problèmes à long terme. Ce sont des ressources épuisables qui sont appelées à disparaître à l'usage.

En tant que nation riche et hautement industrialisée du monde occidental, nous pouvons toujours choisir d'utiliser ce qu'il en reste de cette ressource pour nous, exclusivement, sans nous soucier du Tiers-monde qui se verra ainsi interdire un niveau de vie raisonnable, ou bien, nous pouvons choisir d'aider le Tiers-monde et de l'amener à notre niveau de consommation énergétique et à notre niveau de vie. Mais tout ce qui arrive, c'est que cette marge se rétrécit de plus en plus et devient de plus en plus élevée, puisqu'il s'agit de ressources épuisables.

Donc, le vrai fond du problème et la raison d'être de notre présence ici résident dans cette constatation. L'usage modéré, la conservation et l'utilisation efficace de combustibles fossiles constituent un enjeu incroyablement important, mais, il ne faut pas perdre de vue que ces ressources ne sont pas là pour durer très longtemps. Je crois qu'à titre de nation parmi les plus technologiquement avancées du monde, nous avons le devoir de trouver d'autres sources d'énergie pour cette civilisation. Vous savez bien que l'écart n'a pas besoin d'être très important entre la demande et l'offre pour que se produisent de très violentes secousses dans l'économie. Il y a peine 300 ans nous nous battions pour notre approvisionnement en épices du Moyen-Orient, par exemple. On peut facilement imaginer ce qui peut se passer quand on sera pris à se demander si nous

[*Text*]

to that point the geopolitics of the situation will most assuredly take over.

Mr. Gurbin: What period of time did that represent in your . . .

Mr. Emmett: That period of time is dependent on how rapidly the Third World standard of living rises. But if you will notice, these tick marks are about a 1000 years apart, so that period of time is like 500 years at the most, and it could be a lot less than that, if the Third World demands a share of the resources.

Now, from my personal point of view, there are about only three choices that can be used in any very long term. The first, solar energy, which is certainly available in the long term, but often somewhat hard to access, and I keep thinking of it in a world of a 20 billion population, where you are not going to take prime area where the sunlignt falls on the ground very well and try to convert it to energy there. I think that you are going to grow food there. So it may be large scale collection in space, or large scale collection under the seas, or using the seas as biomass converters, or something along that line. But certainly, the solar, I think, has to be pursued quite aggressively.

The fission option—the normal fission reactors, like our conventional reactors, and our CANDU reactors, and the breeder reactors—which are represented by the latter few categories here—certainly represent, by the time we go to breeders, a nearly inexhaustible fuel supply. Then, or course, there is the fusion option, which we are here to talk to you about today. But I want to make a point, and the point is made in red at the bottom of this new graph. It is that as an option for civilization to run on for the next 10,000 years or something like that, none of these have been demonstrated at scale at an acceptable total cost, such that we would today make a decision to use one of these to the exclusion of the others.

• 1600

Let us take the most highly developed, which is the fission option. There is still considerable debate over how to live with the fission option: how to handle waste storage, reprocessing, and totally closing the fuel cycle, which is, of course, a requirement if you are going to have it as a very long-term, relatively inexhaustable option. So we have a lot of work yet to be done in this area to get the total cost, which means the capital cost, the operating cost, and the social cost, to an acceptable level.

Certainly we are a long way in the solar energy sphere from being able to have any portion of our civilization rely on that on a very large scale, and certainly we have to look at how to do that. In fusion we are in a phase where we are stil trying to get the physics problems solved in the laboratory and show that it can work in a laboratory sense. It is quite a step past that to make it work in the economic or production sense.

[*Translation*]

aurons à manger, si nous allons être capables de chauffer nos maisons, ou si nous sommes condamnés à mourir de faim ou de froid. Bien avant d'en arriver là, la politique devra sûrement s'en mêler.

M. Gurbin: Combien de temps cela représente-t-il pour vous?

M. Emmett: Je vous répondrai que cela dépend de la rapidité avec laquelle le Tiers-monde augmentera son niveau de vie. Mais si vous remarquez bien, ces marques ont à peu près mille ans qui les séparent, de sorte que cette période de temps devra se situer aux environs de 500 ans au plus, et elle pourrait être beaucoup plus courte si le Tiers-monde réclame aussi sa part des ressources.

Donc, d'après moi, il nous reste trois solutions possibles à long terme. La première, celle de l'énergie solaire qui demeure certainement disponible à long terme, mais un peu difficile à exploiter, et je continue d'y croire pour un monde de 20 milliards d'habitants, à condition de transformer cette énergie ailleurs que sur nos bonnes terres fertiles, car je crois que ces terres devraient être réservées à la culture. On pourra donc recueillir cette énergie en grande quantité dans l'espace ou dans les océans, ou encore se servir des mers comme convertisseurs de biomasse ou quelque chose du genre. Il faudra certainement et à tout prix poursuivre les recherches du côté de l'énergie solaire.

L'option de la fission: au moment où nous nous tournons vers les réacteurs nucléaires, les réacteurs ordinaires pour produire la fission, comme les réacteurs conventionnels et les réacteurs CANDU, ainsi que les réacteurs nucléaires représentés par ces quelques modèles récents, constituent une source presqu'inépuisable d'énergie. Et bien sûr, il y a l'option de la fusion dont nous sommes venus vous entretenir aujourd'hui. Mais je veux faire une remarque ici, et c'est ce que vous voyez écrit en rouge au bas de ce nouveau graphique: en tant que solution de rechange pour les 10,000 prochaines années environ, aucune étude de coût total ne nous permet, aujourd'hui, de prendre la décision de retenir une hypothèse au détriment des deux autres.

Prenons l'option la plus développée, celle de la fission. Le débat fait toujours rage autour des questions suivantes: comment vivre avec la fission? Comment traiter les déchets radioactifs? Comment récupérer et fermer complètement le cycle du combustible? Cela constitue, en effet, une nécessité si l'on choisit cette solution à long terme comme source d'énergie pratiquement inépuisable. Il nous reste encore beaucoup à faire pour calculer le coût total de cette solution: son coût en capital, son coût d'opération et son coût social à un niveau acceptable.

Quant à l'énergie solaire, nous sommes certainement loin du jour où une partie de notre civilisation pourra compter là-dessus sur une grande échelle, et nous devons certainement étudier les moyens d'y parvenir. Pour ce qui est de la fusion, nous en sommes encore à essayer de résoudre les problèmes de physique en laboratoire pour prouver qu'elle est expérimentalement possible. Après cela, il nous restera encore un long

[*Texte*]

The reason I point out these three options is that in a very large sense these are the only three. One of the things that concern me in the energy debate being carried on in the world today is the fact that people choose one of these options to the detrimental or pejorative exclusive of others. I think it is a very risky thing to do, when you have only three and you have not proven any of them to any reasonable degree of total satisfaction. To eliminate options at this point I think is extremely unrealistic. What I think is terribly important is to pursue all three of these with sufficient vigour so that we have them in our hand, we know what the impact of living with them is, and we can make our decisions on what is an optimal mix of these various things for any given country or any given portion of society.

So that is my personal overview on the energy business. We would now like to focus on the fusion portion, which Dick and I are personally involved in. I will turn the floor over to Dr. Post, to get into the fusion matter directly.

Dr. Richard Post (Lawrence Livermore National Laboratories): I am very flattered and very pleased to have this chance to address the committee. The vagaries of getting here are just what happens to any traveler. We are here.

I will now be dealing specifically with fusion, so of necessity I will have to be discussing at least somewhat technical points. But my purpose in the discussion today is not to try to impress you with details, nor to give you a thorough technical briefing, but to give you a flavour of fusion research, with perhaps a bit more emphasis, as there should be, on our own research as a case history, so to speak. But perhaps you can get from my presentation an idea of the scope of fusion research, the motivations for it, and some details about what is going on in that area.

As John has said, fusion is one of a very few long-range energy options. Historically, the fusion reaction as a reaction was discovered in the late 1920's. That was followed by theoretical work in the 1930's, where the astrophysicists discovered that the fusion reaction was the explanation for the source of energy of the stars, solving a mystery: how could the stars keep up their tremendous energy output for so many billions of years?

The first attempts to achieve a controlled fusion reaction on earth and obtain energy from it began in a highly classified manner in the United States, the Soviet Union, and the United Kingdom in about the very early 1950's. In 1958 this field was declassified and it has since been a declassified field of research. That was at the Geneva Conference in 1958. to

[*Traduction*]

chemin à parcourir pour prouver qu'elle est pratiquement et économiquement possible.

La raison pour laquelle je signale ces trois options, c'est que, dans un sens très large, ce sont les seules qui nous restent. Une chose qui me préoccupe beaucoup dans le débat énergétique actuel, c'est que certaines gens choisissent une option au détriment et à l'exclusion des deux autres. C'est accepter de courir un grand risque quand on n'a que trois possibilités, et que rien n'indique de façon satisfaisante, que l'une d'elles est meilleure ou plus acceptable que les autres. Je crois qu'il n'est pas du tout réaliste d'éliminer n'importe laquelle de ces options à ce moment-ci de la recherche. Au contraire, je considère qu'il est extrêmement important pour nous de poursuivre nos recherches sur chacune des trois solutions avec beaucoup d'ardeur pour arriver à les maîtriser toutes et savoir ce qu'il en coûte de vivre avec elles. Alors seulement, nous serons en mesure de déterminer un mélange idéal de ces trois différentes options qui serait valable pour un pays donné ou pour une partie de la société.

Voilà, c'était ma façon personnelle de poser l'ensemble de la question énergétique. Nous allons, maintenant, nous arrêter à l'option de la fusion, un domaine dans lequel Dick et moi avons concentré nos efforts. Je passe donc le micro au Dr Post qui traitera directement du processus de la fusion.

Dr Richard Post (Lawrence Livermore National Laboratories): Je suis très heureux et même flatté d'avoir cette occasion de m'adresser aux membres de ce Comité. Quant aux difficultés que nous avons rencontrées au cours de notre voyage, eh bien, elles sont le lot de tout voyageur. L'important, c'est que nous sommes ici devant vous.

J'aurai donc à vous parler exclusivement de la fusion, ce qui m'oblige à aborder au moins quelques points techniques. Mais je n'ai pas l'intention de vous en imposer avec des détails, ni de vous donner une conférence technique élaborée sur la fusion. Je veux seulement vous livrer un aperçu de la recherche actuelle dans ce domaine, en insistant peut-être davantage, comme il se doit, sur nos propres recherches pour nous servir d'exemples, pour ainsi dire. Je souhaite quand même, vous donner une idée de l'ampleur de la recherche de fusion, des raisons que nous avons de la poursuivre, ainsi que quelques détails sur ce qui se fait actuellement de ce côté-là.

Comme le disait John, la fusion n'est que l'une des très rares options qui s'offrent à nous pour un approvisionnement énergétique à long terme. Historiquemet, la réaction de fusion en tant que réaction physique remonte à la fin des années 20. Elle fut suivie par des travaux théoriques au cours des années 30 quand les astrophysiciens découvrirent que l'énergie stellaire pouvait s'expliquer par une réaction de fusion, apportant ainsi une réponse à ce mystère de savoir comment les étoiles pouvaient conserver leur formidable énergie pendant tant de milliards d'années.

Les premières tentatives de réaliser sur terre une réaction de fusion contrôlée pour en obtenir de l'énergie commença sous strict contrôle militaire aux États-Unis, en Union soviétique et dans le Royaume-Uni au tout début des années 50. En 1958, la fusion nétait plus classée «secret militaire», et devenait donc une recherche civile. C'était à la Conférence de Genève en

[*Text*]

nominalize to you the present world-wide effort in fusion, it is roughly $1.5 billion per year in total world-wide effort, dollars equivalent, of which the U.S. has perhaps 30 per cent in its effort, the balance being in the Euratom community, the U.S.S.R. and Japan, with the Japanese effort growing rapidly and coming on line very fast.

• 1605

One thing I would like to emphasize at the very beginning of my presentation—and perhaps you could look at what I have to say in this context—is that it is my opinion and I believe the opinion of many of us in fusion research that the decades of the 1980's are crucial in fusion in that they will result in the scientific demonstrations and at least the preliminary engineering developments that will be crucial to the later development of fusion. My reason for mentioning this in the Canadian context is that you should realize you are in a leverage position, particularly with respect to some things during this decade.

Now fusion energy itself, insofar as practical demonstrations and practically-generated power are concerned, has been much debated in the States. You may be aware of the bill recently passed by both the Senate and House of Representatives and signed by President Carter called the Fusion Energy Bill which attempts to lay out a plan, including an estimate of the dollar cost—roughly $20 billion—for, in the field of magnetic fusion, the demonstration of practical or at least of net power before the year 2000, an acceleration over the previously estimated schedule.

Now with that preliminary, let me get into some fusion basics. Necessarily I am going to have to skim the surface because in this time I cannot do any more than that, and I think it would be counterproductive to try to give you too much detail.

In the first place, fusion can be looked on as a combustion process. It is the burning of an unusual fuel. It has the same requirements to burn as any fuel that you could identify except with much stranger and different numbers. You take a fuel charge and you heat it to its ignition temperature, which for fusion fuels is measured as something in excess of 100 million degrees. You hold this fuel charge without excessive loss of its heat or of the fuel charge itself long enough for its own combustion to regenerate the amount of energy that you had to invest to heat it in the first place plus. Then, of course, you will go through the normal process of recovery of that energy in some useful form, either in the simple form of generating steam and running a turbine, or in the more exotic form that might be possible in the future days of heating, of direct conversion of fusion energy to electricity. I will have a little bit to say about that at the end of my talk. The last process, of course, is an anti-combustion process. You remove the ashes and supply more fuel.

[*Translation*]

1958. Pour vous donner une idée de l'effort actuel qui se déploie dans le monde en recherche pour la fusion, je vous dirai que cela représente quelque 1,5 milliards de dollars par année. De ce montant, la part des États-Unis est évaluée à environ 30 p. 100, le reste étant partagé par les pays de l'Euratom, l'URSS et le Japon, ce dernier pays prenant très vite de l'importance, grâce à une rapide augmentation de ses efforts.

Une chose sur laquelle j'aimerais insister dès le départ—et peut-être, pourriez-vous regarder ce que j'ai à vous dire dans cette perspective—c'est que, d'après moi et nombre de ceux qui, comme moi, se consacrent à la recherche de fusion, les années 80 sont cruciales pour la fusion, en ce sens qu'on devra faire la preuve qu'elle est scientifiquement possible, et qu'on devra aussi, au moins de façon préliminaire, concevoir des réalisations techniques qui seront cruciales pour l'avenir de la fusion. La raison qui me pousse à parler de cela dans un contexte canadien, c'est que vous devriez comprendre que vous êtes dans une position priviliégiée pour accomplir certaines choses au cours de cette décennie.

Et maintenant, que pouvons-nous dire de l'énergie de fusion elle-même? On en parle beaucoup aux États-Unis principalement pour se demander si elle est réalisable et si elle est source d'énergie pratique. Vous êtes peut-être au courant de la loi votée récemment par la Chambre des Représentants et le Sénat américain, et signée par le président Carter. On l'appelle la loi sur l'énergie de fusion. Elle essaie de prévoir un plan, y compris une évaluation monétaire (en gros $20 milliards) pour que, dans le domaine de la fusion par confinement électromagnétique, avant l'an 2000, on arrive à prouver qu'il est possible d'en obtenir de l'énergie pratique, ou du moins de l'énergie nette. Cette loi nous fait ainsi devancer nos premières prévisions.

Après cette introduction, permettez-moi de vous expliquer certaines notions fondamentales en fusion. Évidemment, je me contenterai du strict nécessaire sans entrer dans les détails, vu le temps qui m'est alloué, et d'ailleurs, trop de détails ne pourraient que nuire à votre compréhension, je suppose.

En premier lieu, la fusion peut être considérée comme un phénomène de combustion: c'est la combustion d'un combustible spécial. Il brûle comme n'importe quel combustible connu, excepté qu'il lui faut des températures exceptionnellement élevées. Vous prenez un combustible que vous portez à sa température d'ignition. Pour le combustible de fusion, cette température est supérieure à 100 millions de degrés. Vous gardez cette quantité de combustible sans perte excessive de chaleur, assez longtemps pour que sa propre combustion puisse régénérer la quantité d'énergie initiale qu'il fallait pour la chauffer, et même davantage. Puis, évidemment, vous suivrez le processus normal de récupération de cette énergie sous certaines formes habituelles, que ce soit sous forme de vapeur pour actionner une turbine, sous forme de chauffage, de conversion directe de l'énergie de fusion en électricité, ou encore sous une forme plus exotique qui pourrait être un jour possible. Je parlerai un peu de la conversion directe à la fin de mon exposé. Le dernier processus évidemment, celui de la

[*Texte*]

The two approaches to the problem that I will mention are either it can be looked on as a continuous process, as one burns a fuel continuously in a furnace, or as a batch process where one creates little pulses of energy on an intermittent basis.

Now the requirements that I have stated, particularly the one of temperature and the one of heating dominate the entire approach scientifically to the fusion problem. You can identify that the rather unusual apparatus and conditions that one talks about, and that John will be talking about are dominated by these remarkable conditions of extremely high temperatures and extremely high heating.

The fusion fuel that we are talking about are the light elements; in particular, the dominant fusion fuel for the future will be what is called heavy hydrogen. Heavy hydrogen is a stable isotope of hydrogen, the next simplest isotope in the periodic table. About one in every 6500 hydrogen atoms is a deuterium atom. As you would well know from your Canadian experience, it is rather simple and rather cheap to separate this heavy hydrogen from water, yet the heavy hydrogen, if it is burned to completion in a fusion system, would produce something like four times the amount of energy per gram as is released in the fission of uranium, and of course an enormous times more than the burning of coal or of oil.

• 1610

Now, let me start with man-made fusion reactions themselves, just to get you on board with a little physics here. I have said the heavy hydrogen reaction is the primary one for the long-term for fusion because of the abundance of the heavy hydrogen moelcule in water. It can proceed by the collision of two heavy hydrogen nuclel in either one of two different methods with roughly 50-50 fallibility. By the one process the collision of those two particles sufficiently close will yield what is called Helium-3, an isotope of helium and a neutron or, alternatively, tritium and a proton with a release of a substantial amount of energy measured in physicist units here—I will normalize them for you in a minute.

The unusual part about deuterium as a fuel is that its ashes can in turn be burned; the tritium can be burned with another deuterium to release ordinary helium as an ash and a neutron or the Helium-3 can be combined with another deuterium to release Helium-4 and a proton. All of these reactions are dominated by one simple physical fact. They are the cases of two charged particles and must approach each other very closely in order for them to react.

[*Traduction*]

conversion en électricité, est un processus anti-combustion: on enlève les cendres et l'on rajoute du combustible.

Je signalerai ici deux approches du problème de la fusion: il peut être vu comme un processus continu, comme lorsque vous faites brûler sans arrêt un carburant dans un fourneau, ou encore il peut être vu comme un processus saccadé, comme lorsque vous provoquez une série de petits chocs électriques de façon intermittente.

Maintenant, les conditions que j'ai mentionnées, principalement celles de la température et du chauffage dominent la totalité des recherches scientifiques sur le phénomène de la fusion. Vous pourrez facilement remarquer que pour tous ces appareils extraordinaires dont on parle et dont John vous parlera, on est constamment préoccupé par ces conditions de température et de degré de chauffage extrêmement élevés.

Le combustible de fusion dont nous parlons, ce sont les éléments légers, en particulier, celui qu'on appelle l'hydrogène lourd et qui est considéré comme LE combustible de l'avenir pour la fusion. L'hydrogène lourd est un isotope stable de l'hydrogène, le deuxième en smplicité dans le tableau périodique. Environ un atome d'hydrogène sur 6500 est un atome deutérium. Comme vous le savez probablement par votre expérience canadienne, il est relativement simple et très peu coûteux de séparer cet hydrogène lourd de l'eau; et si vous le faites brûler complètement cet hydrogène lourd, vous obtiendrez une quantité d'énergie par gramme quatre fois supérieure à celle que l'on obtient par la fission de l'uranium, et des millions de fois supérieure à celle que l'on obtient par la combustion du charbon ou du pétrole.

Commençons maintenant par des réactions de fusion provoquées par l'homme, juste pour vous mettre dans l'atmosphère avec quelques notions de physique ici. Je viens de dire que la réaction de l'hydrogène lourd revêt une importance capitale dans le domaine de la fusion dans l'avenir, à cause de l'abondance de la molécule d'hydrogène lourd dans l'eau. On peut provoquer cette réaction par le choc de deux noyaux d'hyrogéne lourd selon deux procédés différents qui offrent tous les deux les mêmes chances de succès à 50 pour cent. D'après le premier procédé, les deux particules sont suffisamment rapprochées pour que de leur collision se dégage ce qu'on appelle de l'Hélium-3, un isotope de l'Hélium et un neutron, ou encore du tritium et un proton plus une quantité considérable d'énergie que l'on mesure ici en unités fondamentales que je convertirai dans un instant en unités plus familières.

Ce qui est extraordinaire de la part du deutérium comme combustible, c'est que ses cendres peuvent être brulées à leur tour; le tritium peut être brûlé avec un autre deutérium pour dégager de l'Hélium ordinaire sous forme de cendres et une neutron, ou bien encore de l'Hélium-3 peut se combiner avec un autre deutérium pour donner de l'Hélium-4 et un proton. Toutes ces réactions sont commandées par un simple phénomène physique. Elles sont produites par deux particules chargées qui doivent s'approcher d'assez près pour provoquer une réaction.

[*Text*]

It means those particles must be moving rapidly. In the context of thermonuclear reactions, it means the temperature of the pool must be very high so the particles are darting about with high speed in order to collide with sufficient violence, in order to get close enough to each other, in order to react. From that reason and that reason alone, comes the necessity for high temperature and fusion reactions.

Another point about this chart, before I leave it, the easiest, the high octane fuel of fusion is the deuterium-tritium reaction which goes with a large energy release and goes very simply compared to the other reactions. However, tritium is not a naturally occurring element; one generates it in a small quantity and recycles it immediately in the fusion power system by capturing the neutron in lithium which generates tritium and is fed back into the system, so there is a closed cycle involving as small an inventory as is practical of tritium to close this cycle.

The last reaction I mention is the one that is perhaps the most intriguing in longterm, because it leads to only charged particles and that is a situation, together with its very large energy release, which means that there is the possibility of directly converting this charged particle energy into electricity.

The total energy release from burning deuterium in the manner I have shown here can be measured in more familiar units as approximately 100,000 kilowatt hours per gram. I think I would like to dwell on that number just for a minute, because it will tell you something about world energy supply and fit in with what John had to say. Perhaps you could visualize a deuterium separation plant, perhaps in Canada even, perhaps you even have one right now of this size, which uses as its feedstock the water flowing through an 18-inch at normal watermains pressures.

If this water were diverted into that plant, out the other end would come a small trickle of heavy hydrogen. That amount of heavy hydrogen I have just described, if burned in a fusion system, would correspond to the entire energy requirements of the world today. That is basically the mining problem we are speaking of when we talk about mining fusion fuel. And you can also guess yourself how long it would take to pump all the oceans through an 18 inch pipe and, of course, the answer is literally billions of years, hundreds of billions of years.

Fusion fuel, in the form of heavy hydrogen, is totally inexhaustible on any scale of any interest to man. Its cost is like buying gasoline at one cent per hundred gallons. So we have a situation very similar to hydro-electric power, that fusion will cost from its capital costs and its maintenance costs, but not its fuel costs.

Now, having laid the stage for why we are interested from a technical standpoint in fusion, and John having told you why we are interested from an energy standpoint, let me tell you how one attacks fusion and tries to achieve these very unusual conditions. Over the years there have been developed two

[*Translation*]

Ce qui veut dire que les particules doivent se déplacer rapidement. Dans un contexte de réaction thermonucléaire, cela signifie que la température du réservoir doit être très élevée pour que les particules puissent entrer en collision avec assez de force pour se rapprocher l'une de l'autre etprovoquer la réaction. Pour cette raison, et pour cette raison seulement, une températeur élevée est essentielle dans la réaction de fusion.

Une autre remarque avant de laisser ce tableau: le combustible de fusion le plus facile, à indice d'octane élevé est la réaction deutérium-tritium qui dégage une grande quantité d'énergie et qui se fait très simplement comparativement aux autres réactions. Cependant, le tritium n'est pas un élément naturel; on le produit en petites quantités et on le récupère immédiatement dans le système de fusion en capturant le neutron dans du lithium, ce qui libère du tritium que l'on remet dan le système bouclant ainsi le cycle avec une quantité de tritium aussi petite que pratique.

Le dernière réaction que j'ai mentionnée est peut-être la plus fascinante à long terme parce qu'elle ne libère que des particules chargées et une énorme quantité d'énergie, ce qui laisse croire qu'il serait possible de convertir directement cette énergie en provenance de la particule chargée en électricité.

La quantité totale d'énergie libérée par la combustion du deutérium, comme je vous ai expliqué ici, peut être mesurée en unités plus familières. Elle est d'environ 100,000 KWH par gramme. J'ai le goût de m'arrêter un peu à ce chiffre parce qu'il vous donne une idée de nos besoins en énergie dans le monde, et parce qu'il correspond aussi à ce que John disait. Vous pourriez facilement vous représenter une centrale de séparation du deutérium, au Canada, même peut-être même que vous en avez une maintenant de cette dimension, et qui s'alimente tout simplement à l'eau courante passant à travers un tuyau de 18 pouces à une pression normale.

Si cette eau était dirigée vers l'intérieur de la centrale, on verrait sortir à l'autre bout un mince filet d'hydrogène lourd. Cette quantité d'hydrogène lourd que je viens juste de décrire, si on la faisait brûler dans un système de fusion, elle correspondrait à la quantité totale d'énergie dont le monde a besoin aujourd'hui. C'est fondamentalement le grand problème dont nous parlons quand nous disons que l'hydrogène lourd est LE combustible de l'avenir en matière de fusion. Et vous pouvez aussi vous représenter combien il faudra de temps pour pomper toute l'eau des océans à travers un tuyau de 18 po. La réponse, évidemment, c'est des milliards, des centaines de milliards d'années.

L'hydrogène lourd comme combustible de fusion est littéralement inépuisable à vue humaine. Son coût équivaut à 1 cent le cent gallons d'essence. Nous avons donc une situation très semblable à celle de l'hydro-électricité, c'est-à-dire que ce qui coûte cher dans la fusion, c'est les installations et leur entretien, mais non le combustible.

Maintetant que je vous ai dit pourquoi, d'un point de vue technique, nous nous intéressons à la fusion, et que John vous a expliqué pourquoi nous l'étions d'un point de vue énergétique, laissez-moi vous dire comment on s'attaque à la fusion pour essayer de réaliser ces conditions si extraordinaires. Deux

[*Texte*]

generic approaches to fusion. One of these is magnetic confinement, in which a magnetic field is used as a kind of a furnace liner to isolate the very hot fuel gas from its surroundings and prevent it from being cooled by its surroundings. The surroundings do not care, by the way; it is the hot fuel that cares.

• 1615

The other approach is called inertial confinement, in which one heats a tiny pellet of fuel at very high temperatures and very high densities in a tiny fraction of a second, and then creates the reaction momentarily and takes the energy off from there—and John will be describing that in detail. The first system might be called a slow burn and the second one if you can forgive me, a hit-and-run approach. So, these are the continuous burn and the fast-operating system that I described earlier.

The problems for magnetic fusion energy and the problems for inertial confinement fusion are almost exactly opposite, in the sense that for magnetic fusion the issue is confinement. We have solved the problem of reaching fusion temperatures, for inertial confinement the issue is heating, and the problem of confinement is automatically solved.

Turning to magnetic confinement, the area in which I have been working. In the early days, we visualized two generically different approaches to the problem, so-called open and closed magnetic systems. The closed system consists of a doughnut—shaped chamber, on which one winds the magnet coils to confine the plasma in an endless ring, like this. The open system consists of coils which produce a field like this, and the particles are intended to bounce back and forth between these strong field regions, the so-called magnetic mirror approach.

These were our starting points, way back when, when I first came into the game, in 1952, and both of these approaches were seen to be neat, simple, intuitively obvious and totally worthless. The reason why they were totally worthless, and were early discovered to be, strikes at the very heart of why our fusion research has taken so many years, namely, in both of these configurations the plasma put into that a hot ionized gas, which we call plasma—the doctors may be using a different designation. The hot ionized gas attempted to be contained in this magnetic field, that is a charged—partiels gas, escapes almost immediately by squirting out sideways, or squirting out to the side in this case. These are unstable configurations for the confinement of ionized gases. The overcoming of that problem of instability, the learning of how to reshape magnetic fields so that they did not lead to instabilities, is what has taken a great deal of the time in fusion research, and that is where the major progress has been made.

I am going to give you a terribly brief introduction to the two main approaches as they now exist. One of them is the so-called Tokamak, an approach pioneered in the Soviet Union

[*Traduction*]

grandes voies ont été explorées, avec les années, pour étudier le problème de la fusion. Ce sont le confinement magnétique où un champ magnétique sert d'isolant à l'intérieur du réacteur pour isoler le combustible très chaud à l'état gazeux et l'empêcher de se refroidir au contact des parois du réacteur et des particules qui l'entourent. Soit dit en passant, c'est le combustible chaud, et non les particules qui l'entourent, qui est important.

L'autre voie est celle du confinement inertiel où une minuscule capsule de combustible est portée à des températures at à des densités très élevées en une infime fraction de seconde; elle provoque alors une réaction passagère qui dégage de l'énergie. John vous expliquera ce processus en détail tout à l'heure. Le premier procédé peut s'appeler un système à combustion lente et le second, si vous me passez la comparaison, un délit de fuite (hit and run). C'était donc la combustion continue et le système saccadé dont j'ai parlé précédemment.

Les problèmes de l'énergie par fusion magnétique sont presqu'exactement le contraire de ceux du confinement inertiel, en ce sens que pour la fusion magnétique, le problème est le confinement, car nous avons déjà résolu celui des températeurs de fusion; pour le confinement inertiel, le problème est celui du chauffage puisque celui du confinement se trouvera automatiquement réglé.

Venons-en à mon domaine, le confinement magnétique. Dans les premiers temps, nous avons imaginé deux approches opposées: le système dit ouvert et le système fermé. Le système magnétique fermé consiste en une chambre de la forme d'un gros beignet autour duquel on enroule des bobines aimantées pour maintenir le plasma dans une enceinte comme ceci. Dans le système ouvert, ce sont des bobines qui produisent un champ magnétique comme ceci, et les particules doivent se déplacer continuellement entre ces régions fortement aimantées, ce qu'on appelle l'approche magnétique à miroir.

La recherche en était là quand je suis arrivé dans le décor en 1952. On avait alors la conviction que ces deux approches étaient propres, simples, évidentes par elles-mêmes et totalement dépourvues d'intérêt. La raison pour laquelle elles étaient dépourvues d'intérêt et reconnues comme telles dès le départ explique pourquoi notre recherche de fusion a mis tant d'années avant de démarrer. Dans chacune de ces deux configurations, le plasma a déposé un gaz ionisé à haute température que nous appelons plasma (Il se peut que les docteurs l'appellent autrement). Le gaz ionisé à haute température que l'on essaie de contenir dans le champ magnétique, c'est-à-dire un gaz chargé de particules, s'échappe presqu'immédiatement en se répandant sur les côtés ou à l'extérieur dans ce cas. Ce sont des configurations instables pour le confinement des gaz ionisés. Comment résoudre ce problème d'instabilité? Quelle forme nouvelle donner aux champs magnétiques pour éviter toute instabilité? Ces questions ont occupé une grande partie du temps dévolu à la recherce de fusion, et c'est là-dessus que le progrès le plus important a été réalisé.

Je vais vous donner maintenant une très brève introduction aux deux principales approches telles qu'elles existent actuellement. L'une d'elle est le procédé, Tokamak dont l'initiative

[*Text*]
and now worldwide in scope, and certainly the major effort being worked on in magnetic fusion. It consists, again, of a doughnut chamber, but with something new added, namely in addition to the magnet coils there is a very heavy current induced by transformer action in the ionized gas, and the combined fields, namely of the current and the coils, produces a now stable configuration. It is in this area that the major progress in magnetic confinement, as I say, has been made, and the major effort has been devoted to it. It is, however, a somewhat large and cumbersome system.

If show you a graph, not for you to look at the details, but to show a trend. This is a graph showing the increase in the confinement time versus the size of the system, basically, for a series of devices starting back in the early days of the Tokamak research and going on now to the most recent device in operation, the one I showed. Then, off the end of the scale, away from the right here, is the new device called TFTR. I should say, before I leave this curve, that the time involved here, the confinement time, 80 milliseconds, or nearly one tenth of a second at the top of this scale, is within roughly one factor of ten of that required in a fusion power system operating on this principle. So, you can see the improvement by a factor of roughly 10 over this time, and another factor of 10 to be gone, perhaps. Hopefully, we achieve this with the device now show, which is the large Princeton TFTR, which some of the committee members saw. The first device is to come on line in two or three years.

Now, I am shamefully going to change immediately to something more parocheal to us, namely our own approach, and use it as a case history to give you a bit more feeling for the actual scope and nature of our program.

• 1620

The magnetic mirror approach has been traditionally pursued at the Lawrence Livermore Lab. We have inherited the dubious distinction of being the largest laboratory working in the field, which does not mean that this is the largest effort in the world. It is a smaller effort in the world, but we happen to have the largest effort devoted to it.

We have changed the field now to a stable configuration. All I will say about this configuration is that its peculiar shape of coil and its peculiar shape of fuel lines correspond to a magnetic field which has the unusual property of having its least value at that point and increasing in every direction. In that kind of a cup or magnetic well the plasma is very happy to sit stably. One of the accomplishments of the program has been to demonstrate that particular point.

[*Translation*]
revient à l'Union Soviétique et qui est aujourd'hui adopté à travers le monde. Elle constitue certainement la plus importante initiative dans le domaine de la recherche de fusion magnétique. Il consiste, encore une fois, en une chambre de la forme d'un gros beignet, mais avec quelque chose de plus. En plus des bobines aimantées, nous avons aussi un très fort courant induit par l'action d'un transformateur dans le gaz ionisé, et le champ combiné, c'est-à-dire celui du courant et celui des bobines, produit maintenant une configuration stable. Cette expérience constitue ce que j'appelle le plus grand progrès jamais réalisé dans la recherche de fusion par confinement magnétique. Malheureusement, c'est un gros réacteur quelque peu encombrant.

Je vous montre un graphique ici, pas tellement pour que vous vous arrêtiez aux détails, mais plutôt pour vous faire voir la tendance. C'est un graphique qui montre la durée grandissante du temps de confinement par rapport à la grosseur du système, pratiquement pour tous les réacteurs depuis les débuts de la recherche avec le Tokamak jusqu'au plus récent en opération aujourd'hui, celui que je vous ai montré. Et vers la fin de l'échelle, vers la gauche, ici, vous avez le nouvel appareil qu'on appelle le TFTR. Avant de quitter cette courbe, je dois dire que pour ce qui est du temps de confinement ici, il est de 80 millisecondes ou environ 0,1 seconde en haut de cette échelle, c'est-à-dire qu'il se situe en gros à l'intérieur d'un facteur de 10 de ce qui est requis dans un réacteur de fusion quand il est en opération, d'après ce principe. Vous pouvez donc constater une amélioration par un facteur de 10 sur ce temps, et un autre facteur de 10 à venir peut-être. Nous espérons pouvoir le réaliser avec l'appareil que je vous montre maintenant, le gros TFTR de Princeton que certains membres du Comité ont vu là-bas. Le premier appareil doit être disponible dans deux ou trois ans.

Et je reviens tout de suite à «ma paroisse». Vous voudrez bien m'en excuser. Je vais donc parler de notre approche personnelle et m'en servir comme exemple pour vous donner une idée de l'ampleur véritable et de la nature de notre programme.

L'approche magnétique à miroir a toujours été poursuivie au Lawrence Livermore Laboratory. Nous avons l'écrasant privilège d'être le plus grand laboratoire de recherche dans ce domaine. Ce qui ne veut pas dire que c'est ce qui se fait de plus grand dans le monde, il représente bien peu dans ce qui se fait au niveau mondial, mais il se trouve que c'est nous qui en faisons le plus dans cette direction-là.

Nous avons changé le champ en une configuration stable maintenant. Tout ce que je dirai de cette configuration, c'est que sa forme spéciale de bobine et sa forme spéciale de courants du combustible correspondent à un champ magnétique qui possède cette propriété extraordinaire d'avoir sa plus faible valeur à ce point-ci pour aller en augmentant dans toutes les directions. Dans ce genre de coupe ou de puits magnétique, le plasma est très heureux de se reposer avec stabilité. Une des missions du programme était de démontrer ce point précis.

[*Texte*]

We had our greater successes of a few years ago in a device called 2X2B, shown here schematically. In this device, temperatures of roughly 150 million degrees were obtained and a stable plasma was obtained. The heating was done by a technique I will only describe briefly called neutral beam injectors. It injected very energetic atoms and trapped them in the magnetic field. This led to an increase in interest world wide in the mirror approach and, directly to our benefit, resulted in a substantial expansion in our program.

I will now give you a couple of dollar figures, because what you are about to see in terms of programmatic effort can be summarized in these dollar figures.

For the 1980 budget, we had about $75 million total; 100 scientists and 450 effort. Of this, the breakdown was: on the tandem mirror, which I will describe, $12 million; $4 million on the fuel reverse figure. A very large construction budget on a device that I will show you, and then some development and technology. Then we happen to have the computer centre for the nation's fusion program at our site, which accounts for another $12 million. So the scale of what you are about to see can be measured against that yardstick.

With the success in 2X, we addressed what was essentially an economic problem in the mirror program. Namely, it was dandy to create a hot plasma, a high-density plasma, a stable plasma in the system; but if the consignment is still not good enough to make net power, or just barely good enough, that it was a rather Pyrrhic victory. So we have gone now in two directions which are aimed at using our ideas but improving on them. The one is called a tandem mirror. I will simply say that in this system, by using two mirrors at the end of the central region, we are able to greatly improve the consignment of the central region. The second is called the field reverse mirror, in which we create very intense patterns of currents circulating in the plasma and the plasma helps to confine itself. I want to call your special attention to that because it is an extremely compact system, it is an extremely interesting system from a physics standpoint, and it can be investigated at extremely small scale at this point in time. It is something that Canada may want to pay considerable attention to.

This is a picture of the tandem mirror experiment, an artist's drawing to give you a scale. The tandem mirror idea was proposed in our laboratory in July, 1976 and somewhat earlier in the Soviet Union. By 1978-79 we had an operating device, which has operated already a year and a half and is now being shut down for upgrade. Here is a picture of that device, which cost roughly $15 million. Here it is before final completion. Simply to complete the record, I will show you our small experiment on field reversal called Bêta2, which is this, without giving any details.

[*Traduction*]

Au nombre de nos plus grandes réussites de ces dernières années, nous comptons l'appareil surnommé le 2X2B dont vous pouvez voir un schéma ici. Il nous a permis d'obtenir des températures de 150 millions de degrés et un plasma stable. Nous avons réalisé le chauffage grâce à une technique que je me contenterai de décrire très brièvement. Nous l'appelons la technique des injecteurs à rayon neutre. Il a injecté des atomes très énergétiques et les a emprisonnés dans le champ magnétique. Ce qui eut pour résultat d'accroître l'intérêt mondial pour l'appareil à miroir, et grâce à lui, nous avons directement bénéficié d'importants crédits pour développer notre programme.

Je vais maintenant vous donner une idée de ce que représente notre programme en argent.

Pour 1980, nous avions un budget total de $75 millions environ, 100 chercheurs et 450 techniciens. La répartition de ce budget global était comme suit: $12 millions sur le miroir en tandem que je décrirai plus tard, $4 millions sur le renversement de combustible. Une très grosse part du budget va à la construction d'un appareil que je vais vous montrer, et une part réservée à l'expansion et à la technologie. Puis, il arrive que nous avons chez nous le centre informatique pour tout le programme national de fusion, ce qui fait un autre $12 millions. Donc, ce que vous êtes sur le point de voir peut être évalué d'après cette mesure.

Avec le succès du 2X, nous avons rencontré ce qui était essentiellement un problème d'ordre économique dans le programme du miroir. En effet, c'était fantastique de créer un plasma à température élevée à forte densité et stable, mais si l'isolement ne suffit pas ou suffit à peine pour produire une énergie nette, on peut dire que c'était plutôt une victoire à la Pyrrhus. C'est pourquoi nous avons emprunté deux voies expérimentales pour améliorer nos idées. La première est celle du miroir en tandem. Tout ce que j'en dirai, c'est qu'en utilisant deux miroirs à la fin de la région centrale, il nous est possible d'améliorer grandement l'isolement de la région centrale. La deuxième voie est celle du miroir à champ opposé; nous y créons des types de courants très élevés qui circulent dans le plasma, et celui-ci concourt à son propre confinement. J'aimerais attirer toute votre attention sur ce point, car il s'agit d'un système extrêmement compact; c'est donc un système extrêmement intéressant du point de vue de la physique, et on peut l'étudier à une échelle extrêmement réduite à ce moment-ci. C'est là quelque chose qui pourrait vivement intéresser le Canada.

Ceci est une photo de l'expérience du miroir en tandem, un dessin d'artiste pour vous donner une idée de sa grosseur. L'idée du miroir en tandem a été proposée chez nous en juillet 1976 et un peu plus tôt en Union Soviétique. Déjà en 1978-1979, nous avions un appareil en opération; il a servi pendant un an et demi déjà, et il est aujourd'hui fermé pour amélioration. Regardez une photo de cet appareil qui coûte environ $15 millions. Le voici avant qu'il ne soit terminé. Juste pour être complet, je vais vous monter, sans rien ajouter, notre petite expérience sur le renversement du champ, désignée sous le nom de Bêta2. Voilà, c'est ça.

[*Text*]

The next thing I would like to discuss very briefly is the next phase in our experiment. We have, as a result of the information learned on 2X2, as a result of the information learned on the tandem mirror experiement, been encouraged to make a proposal to make a much larger mirror facility. Our first proposal for this, which was authorized, and construction on which was begun over a year ago, was called MFTFB. I want you to particularly look at the size of the man here. This is a very large device containing a so-called super conductive magnet of 300 tons and being actuated by power supplies with a capability of 240 megawatts of power.

However, let me just show for a moment a couple of pictures under construction to give you a scale. Here is the winding of the magnet. I think a little more impressive is the assembling of the vacum chamber; there is a man standing there. It is a large facility, initially $100 million, and now in this version a bit more. We were encouraged because of the success of TMX to immediately extend this to a tandem without stopping to operate it as a simple mirror system.

• (1625)

This is a drawing of the tandem version of it which has now not only been approved by the department of energy but has also gone through an appropriation bill in Congress for construction by 1985.

Now what is the purpose of all this? It is obviously to aim at the fusion objective, and here is a plot for what we mean by aiming at the fusion objective. It is necessary to achieve high temperature for fusion. It is necessary to achieve high confinement time for fusion, measured by the product of density and confinement time.

Had we stayed on the old line, we would just barely hit the promised land, if at all. On the new tandem line, with a tandem principle, we aim up on this device I just showed you. It is projected to come close to the breakeven conditions as it stands, if it at all works as it is supposed to. So we are directly on a line which could in time lead to a practical fusion power system based on the tandem idea.

Mr. Gurbin: What time factor do you have on that?

Mr. Post: Do you mean when is completion? By 1985 the first operation of that. As to how long it would take to nudge into that region, I could not tell you, but first operation in 1985. Incidentally, in my headlong rush to talk please do not feel inhibited about asking any questions.

I want to close by discussing some of our paper studies of fusion power systems so you can see some of our thinking as to how fusion power systems based on the mirror idea might go. One little aside, I mentioned direct conversion as a long-range future possibility. Here is a device they have built in the laboratory which converts plasma, or high energy out of a random plasma, into high voltage direct current with an overall conversion efficiency of 86 per cent. Far higher than

[*Translation*]

Le prochain point que j'aimerais aborder très brièvement, c'est la prochaine étape de notre expérience. Ce que nous avons appris avec le 2X2 aussi bien qu'avec le miroir en tandem nous a encouragé à vouloir construire un appareil beaucoup plus gros pour le miroir. Nos premières recommandations à cet effet ont été acceptées, et la construction est en cours depuis plus d'un an, c'est le MFTFB. Je vous prierais de bien faire attention à la grandeur de l'homme que vous voyez ici. C'est un très gros appareil qui contient un aimant super conductible de 300 tonnes et qui est activé par une puissance équivalente à 240 megawatts.

Laissez-moi quand même vous monter quelques photos de l'appareil en construction pour vous donner une idée de sa grandeur. Ici, c'est l'enroulement de l'aimant. Je crois que le montage de la chambre à vide est encore plus impressionnant. Remarquez l'homme qui est debout là. C'est un gros projet qui devait coûter $100 millions au départ, mais qui coûte un peu plus, aujourd'hui, dans cette version. Le succès du TMX nous a encouragés à l'étendre immédiatement à un système à miroir en tandem sans pour autant arrêter de l'opérer comme un système à miroir simple.

Voici un dessin de la version en tandem qui, non seulement a été approuvée par le Département de l'Énergie, mais a fait l'objet d'une loi votée par le Congrès pour qu'elle soit construite au plus tard en 1985.

Et maintenant, quel est le but de tout ça? Pour réaliser notre objectif de fusion, évidemment. Et notre objectif est le suivant: réaliser une température élevée et un temps de confinement élevé, mesuré par le produit de la densité et du temps de confinement.

Si nous en étions restés à l'ancienne version, nous aurions à peine touché la terre promise, si jamais nous pouvions nous rendre jusque là. Avec notre nouvelle version et le principe de miroir en tandem, nous visons cet appareil que je viens juste de vous montrer. On prévoit qu'il devra nous rapprocher des conditions acceptables, tel qu'il est là, si jamais il fonctionne comme on s'y attend. Ainsi nous somme sur la bonne voie pour arriver, avec le temps, à un système pratique d'énergie de fusion selon le principe de miroir en tandem.

M. Gurbin: Quel est le facteur temps là-dessus?

M. Post: Vous voulez dire: quand prévoyons-nous terminer? En 1985 au plus tard, il doit commencer à fonctionner. Quant au temps que cela prendra pour atteindre cette région, je ne saurais vous le dire, mais la première mise en opération est prévue pour 1985. En passant, je parle tellement que j'ai oublié de vous dire de ne pas vous gêner si vous avez des questions.

J'aimerais terminer en vous présentant ces quelques plans d'étude sur le systèmes d'énergie de fusion pour vous aider à comprendre ce que pourrait être, d'après nous, les systèmes à miroir. Un autre petit détail: j'ai parlé d'une possibilité à long terme de la conversion directe. Regardez cet appareil: il a été construit dans nos laboratoires; il convertit le plasma ou la grande énergie qui se dégage d'un plasma en un courant direct à haut voltage avec une efficacité globale et l'ordre de 86 p.

[*Texte*]

one could hope with a thermal cycle. As a practical matter, this is probably too complex and 70 per cent is a more realistic figure. But should one in time be able to use the so-called advanced fuels, direct conversion is an extremely exciting possibility for the very long range.

There is another picture showing an early drawing of what a tandem mirror system would look like 1,000 megawatts. Most of it looks like cooling towers and so forth, but the geometry which the engineers like, the line or geometry, is shown there.

The last example I will show you is a result of a study sponsored by the Electric Power Research Institute and carried out at our laboratory, a very tiny demonstration system based on the fuel reversal idea. This is even smaller than our present device. This simply said if we understood the physics well enough to make this fuel reversal, one could make to 10 to 20 megawatts of demonstration power in a really very, very modest-sized device.

Again, I return to the possible interest of Canada in this system because of its small size, and I will show you the payoff. If you compare the amount of power per unit volume from fusion that can be gotten from a fuel reversed device, because of its enormous efficiency in the use of a magnetic field, self-confining, you will find compared to, say, the Tokamak, a factor of 700 to 1, a factor which could have a very major economic impact.

Lastly, just to show you some scales, we of course, think about what comes beyond MFTFB, and perhaps it could be a tandem mirror with 200 to 500 megawatts of power, and with those dimensions. I will show you first an outline drawing of that device, which does not mean anything by itself, but I think the last Vue-graph will mean something. I will now overlay on this MFTFB, the point being that although MFTFB certainly is not a net power producer, its physical scale is not all that much smaller than something that would be a substantial net power producer.

This will give you an all too quick overview of what we have been doing. I want to say one last thing which I think is very important to say, and having to do with the environmental aspects of fusion. For one thing, we believe in the fusion field, that fusion represents, from many standpoints—and I told you about the mining aspects of it—an extremely favorable system from an environmental standpoint. In the development of early fusion reactors there will be used tritium, there will be high energy neutrons.

• 1630

Two things can be said about that. The effect of the neutrons on material, as far as creating radioactivity is concerned, is subject to the choice of a designer to choose those materials which create minimum radioactivity. There are good

[*Traduction*]

100. C'est là un pourcentage beaucoup plus élevé que ce qu'on pourrait attendre d'un cycle thermique. De façon pratique, c'est encore trop complexe, et il serait plus réaliste de parler de 70 p. 100. Mais le jour où l'on pourra utiliser ces combustibles dits avancés, la conversion directe deviendra une perspective extrêmement passionnante pendant très longtemps.

Ceci est une autre photo qui vous montre comment, au début, on se représentait le système à miroir en tandem avec 1,000 megawatts. La plus grande partie du système ressemble à des tours de refroidissement, mais le plan est conçu d'après la géométrie linéaire, chère aux ingénieurs.

Le dernier exemple que j'ai à vous montrer est le fruit d'une étude subventionnée par l'Institut de recherche en électricité (The Electric Power Research Institute) et qui a été conduite dans nos laboratoires. C'est un minuscule système de démonstration conçu d'après l'idée de renversement du combustible. C'est encore plus petit que notre appareil actuel. Cela voulait simplement dire que si nous arrivions à comprendre assez bien les lois de la physique pour réaliser ce renversement de combustible, nous pourrions obtenir une puissance expérimentale de 10 à 20 mégawatts avec un réacteur vraiment très très petit.

Je reviens encore à l'intérêt possible du Canada pour ce système à cause de ses petites dimensions, et je vais vous en montrer les avantages. Si l'on compare la quantité d'énergie de fusion par unité de volume que l'on pourrait obtenir avec un réacteur à renversement de combustible, à cause de son énorme efficacité dans l'utilisation d'un champ magnétique qui fait son propre confinement, on obtiendra, comparativement au Tokamak, disons, un facteur de 700 pour 1, facteur qui pourrait avoir une très grande influence du point de vue économique.

Enfin, juste pour vous montrer quelques modèles, nous pensons, évidemment, à ce qui viendra après le MFTFB; ce pourrait être ce modèle de miroir en tandem d'une puissance de 200 à 500 megawatts avec ces dimensions-là. Je vais vous montrer d'abord un plan de cet appareil qui ne veut rien dire en soi, mais je crois que la dernière image vous dira quelque chose. J'insisterai un peu plus sur ce MFTFB pour la bonne raison que, sans être certainement un protecteur d'énergie nette, ses dimensions se rapprochent sensiblement de celles d'un réacteur qui produirait une quantité appréciable d'énergie nette.

Vous venez d'avoir une vue pas trop rapide du travail que nous accomplissons là-bas. Je voudrais ajouter une dernière remarque que j'estime être très importante et qui concerne l'aspect écologique de la fusion. D'abord, nous qui travaillons dans ce domaine, nous croyons que sous beaucoup de rapports dont je ne vous ai parlé que des principaux, la fusion représente un système extrêmement positif si l'on s'arrête à son aspect écologique. Les premiers réacteurs de fusion utiliseront certainement du tritium usagé et des neutrons à haute énergie.

Je vous dirai deux choses là-dessus. D'abord, l'effet des neutrons sur les matériaux eu égard à la création de radioactivité. Eh bien, tout dépendra du choix des ingénieurs qui peuvent opter pour des matériaux susceptibles de créer le

[*Text*]

choices, and there are bad choices. You can build a dam out of concrete or you can build it out of mud. There are engineering choices, there are questions of materials and material choices. I think Canada has a good deal to say about materials, and it might be something that Canada could concentrate on—the material for building the interior parts of fusion reactors.

Secondly, about the tritium, the tritium inventory is again subject to the designer's choice within certain ranges, and the tritium inventory can be made to be quite modest, such that the over-all hazard of the fusion plant, even that involving the deuterium and tritium can be estimated to be roughly one million times less than that of a breeder reactor—not zero, but small. If one can go in time to advanced fuels such as I have described, other than deuterium and tritium, this factor can be even larger.

My point is that no energy system is totally safe, that we are approaching the point where the safety issues I am talking about, with good engineering design can be reduced to the point where they are no longer major issues. I think that is a very important point about fusion. It develops and trends toward an ever safer system as the technology improves, already starting from a base which is far safer than most other energy systems. So basically these are the reasons why we are enthusiastic about fusion. I have told you about magnetic fusion, and John will now give you the story on inertial fusion.

Mr. Emmett: Let me just start off by commenting on the scope of the inertial confinement fusion activity in the United States. I do not want to go through the detail on this new graph except to indicate that there are about six major participants: the Lawrence Livermore National Laboratories, which I represent, Los Alamos Sandia; KMS Fusion, which is private enterprise primarily funded by the government in the inertial fusion business; a very nice effort at the University of Rochester, and a small effort at the Naval Research Laboratory.

The sum of the total efforts shown here is about $250 million a year in total expenditure for facilities and operating funds. Of that, about $100 million a year is being spent at the Lawrence Livermore Laboratory, and I have actually listed these in order of the size of their programs rather than any other activity. Throughout the world the activity is also quite large. The French are operating a program at the level of about 60 to 100 million francs a year; the Japanese are operating a program that in our terms, although I do not think they spend it that way in yen, would be equivalent to $40 million or $50 million a year and, of course, there are sizeable programs in the Soviet Union and lesser programs in the United Kingdom.

I will have to point out to you at the outset that the inertial confinement fusion program in the United States is pursued for two ojectives. The first: it relates to neuclear weapons; the idea of inertial confinement fusion is an idea directly out of the neuclear weapon business. It uses effectively the principle of

[*Translation*]

moins de radioactivité possible. Les choix peuvent être bons ou mauvais: vous pouvez choisir du béton ou de la boue pour construire un barrage. Tout dépend des préférences des ingénieurs, car c'est une question de matériaux et de choix de matériaux. Je crois que le Canada a beaucoup à dire là-dessus, et ce pourrait être un point où le Canada pourrait concentrer ses efforts, c'est-à-dire trouver le meilleur matériau qui servira à construire l'intérieur des réacteurs à fusion.

Deuxièmement le tritium: la quantité de tritium dépend encore, jusqu'à un certain point, du choix des ingénieurs, car cette quantité peut être assez réduite pour éviter tout risque d'accident dans la centrale de fusion; la réaction deutérium-tritium peut même être rendue d'un million de fois inférieure à celle d'un réacteur nucléaire. Pas zéro, mais très minime. Si un jour, on peut arriver à ces combustibles avancés, c'est-à-dire autres que le deutérium et le tritium, comme je disais tout à l'heure, ce facteur peut même être encore plus grand.

A mon avis, aucun système d'énergie n'est parfaitement sécuritaire, mais nous nous approchons du jour où, grâce à de bons choix techniques, les questions de sécurité ne constitueront plus de problèmes majeurs. Je crois qu'il s'agit d'un grand avantage qu'offre la fusion: en se développant, elle tend vers une plus grande sécurité grâce à l'avancement de la technologie, sans oublier que dès le départ, elle est déjà beaucoup plus sécuritaire que tous les autres systèmes énergétiques. Ce sont donc, fondamentalement, ces raisons qui expliquent notre enthousiasme pour le système de fusion. Je vous ai parlé de fusion magnétique, John va maintenant vous faire l'histoire de la fusion inertielle.

M. Emmet: Laissez-moi commencer par vous dire quelques mots sur l'ampleur de ce qui se fait aux États-Unis en matière de fusion par confinement inertiel. Sans entrer dans les détails, je vous dirai qu'on compte six participants importants dans ce domaine: Lawrence Livermore National Laboratories que je représente, Los Alamos Sandia, KMS Fusion, une entreprise privée fondée jadis par le gouvernement pour promouvoir la fusion inertielle, une participation importante de l'Université de Rochester et un effort de moindre importance du Laboratoire national de recherche.

La totalité de ces efforts représente environ $250 millions par année pour les installations et les dépenses d'exploitation. De ce montant, il faut compter près de $100 millions par année dépensés par notre seul laboratoire de Lawrence Livermore. Si j'ai indiqué ces noms, c'est uniquement à cause de l'importance de leur programme, et rien d'autre. Il règne aussi une activité très importante dans ce domaine à travers le monde: les Français ont un programme de l'ordre de 60 à 100 millions de francs par année, les Japonais consacrent, selon nos calculs, de $40 à $50 millions par année sur la fusion inertielle, bien que je doute qu'ils dépensent tout ça en yen; et évidemment, il y a l'Union Soviétique avec des projets importants et le Royaume-Uni avec d'autres plus modestes.

Je dois dire, dès le départ, que les projets de fusion inertielle aux États-Unis poursuivent deux grands objectifs. Le premier, les armes nucléaires. L'idée de la fusion par confinement inertiel vient en droite ligne des recherches sur l'armement nucléaire. Elle utilise effectivement le principe de la bombe H

[*Texte*]

the hydrogen bomb to make energy, except the principle of the hydrogen bomb is on an extremely small scale. Consequently it can give some insight into some of the complex physical processes associated with neuclear explosives and therefore it is supported in the United States for that dual role, the short term of providing some insight into some of the nuclear explosive processes, the long term from the energy point of view.

That is pretty much true of the programs elsewhere in the world with the possible exception of the program in Japan. Now, as Dick mentioned, there are basically two approaches to fusion, the magnetic confinement approach where you heat fuel up to 100 million degrees, but you do it at very low density and so you have to hang on to it for a fraction of a second to many seconds to get it to burn efficiently. There is the approach of the hydrogen bomb which is the approach of inertial confinement fusion, where you heat the fuel extremely rapidly to a 100 million degrees, and you have it at such an extremely high density that it burns extremely rapidly.

• 1635

Lasers are primarily the energy sources that have been applied to this problem so far. And the question you have to ask is what is a laser and what does a laser have to do with fusion? First of all, a laser is just a gadget that takes in a weak light beam, amplifies it and puts out a powerful light beam which it does by taking some energy in from some outside source. It is no different really than the electronic amplifier in your hi-fi set that takes a weak signal off of the tone arm and amplifies it up through the big power amplifier taking electricity out of the plug in the wall and putting it into the loud speakers. A laser can do exactly the same thing but with light. As a matter of fact, one of the interesting features of laser is that if you make the input beam very parallel and columnated, the out-put beam comes out very parallel and columnated and it allows you to focus it well. What I am holding in my hand is laser which I am using as a pointer. It is a very low power, one, and you can see how the spot out of this laser does not get very much bigger as you go very significant distances, which is one of the other characteristics.

Having a device like that, except on a very much larger scale, you can do sort of a large-scale experiment like the one you did when you were a kid where you took a magnifying glass and you focused the sunlight on a leaf and you got it to the point where the leaf could burn. Well, sunlight at high noon in a good desert is only about a tenth of a watt per square centimetre of power, whereas with a laser it is possible to make 10 billion watts per square centimetre of power. Of course, that very large difference allows you to take the leaf or whatever you are focusing it on up to temperatures in the order of 30 million degrees, not just three hundred degrees, and that is sort of the genesis of the idea of using lasers to approach fusion. It is, as I say, no different in concept than what you did as a kid with a magnifying glass.

[*Traduction*]

pour produire de l'énergie, mais le principe de la bombe H est appliqué à une très faible échelle. C'est pourquoi, il peut aider à comprendre les problèmes complexes de physique qui se rattachent aux explosifs nucléaires. On comprend donc qu'elle soit encouragée par les États-Unis à cause de son double rôle qui est, à court terme, d'être une source d'énergie.

C'est aussi vrai des autres programmes en cours ailleurs dans le monde, à l'exception, peut-être, du programme japonais. Maintenant, comme le disait Dick, nous connaissons deux principales approches au problème de la fusion: le confinement magnétique qui consiste à faire chauffer un combustible à 100 millions de degrés, mais à très faible densité; il faut donc compter sur une fraction de seconde à quelques secondes pour qu'il brûle efficacement. Il y a aussi l'approche de la bombe H, c'est-à-dire la fusion par confinement inertiel qui consiste à faire chauffer le combustible très très rapidement à 100 millions de degrés et à très forte densité pour qu'il puisse brûler rapidement.

Les laser sont les principales sources d'énergie qui ont été appliquées à ce problème jusqu'à présent. Mais, qu'est-ce qu'un laser et qu'est-ce qu'il fait dans la fusion? D'abord, un laser est un simple gadget qui reçoit un rayon lumineux, l'amplifie en prenant de l'énergie d'une source extérieur quelconque, pour produire un rayon lumineux très puissant. Ce n'est pas vraiment différent de ce qui se passe dans l'amplificateur de votre chaine stéréo qui reçoit, lui aussi, un signal lumineux du bras de lecture et l'amplifie en prenant son électricité d'une prise de courant, puis, produit un son puissant dans les hauts parleurs. Un laser fait la même chose, mais avec la lumière. En fait, une des caractéristiques intéressantes du laser, c'est que si le rayon lumineux qu'il reçoit arrive sous forme de colonnes parallèles, le faisceau lumineux qu'il produit se présente sous la même forme et vous permet de bien le focaliser. Ce que j'ai en main là, est un laser qui me sert de baguette. C'est un laser à très faible puissance et vous pouvez remarquer que le faisceau lumineux qui en sort ne s'agrandit pas avec la distance, ce qui constitue une autre des caractéristiques du laser.

Avec un instrument comme ça, vous pouvez, à une plus grande échelle évidemment, faire une expérience semblable à celle que vous faisiez quand vous étiez petits, que vous preniez une loupe et que vous y focalisiez les rayons du soleil jusqu'à brûler une feuille de papier. Évidemment, la lumière du soleil en plein midi dans un bon désert représente à peine un dixième de watt par centimètre carré de puissance, alors qu'avec un laser il est possible d'obtenir 10 milliards de watts par centimètre carré. Évidemment, avec une si grande différence, vous pouvez focaliser sur la feuille de papier ou le matériau de votre expérience une température de l'ordre de 300 millions de degrés, pas juste 300 degrés! C'est un peu de là qu'est venue l'idée d'utiliser les laser pour la fusion. Je l'ai déjà dit, c'est fondamentalement le même principe que ce que vous faisiez avec une loupe quand vous étiez jeunes.

[*Text*]

Now, how do you approach that? Well, you take a container containing the thermonuclear fuel deuterium and tritium and you focus lasers or other energy sources all around the surface of the sphere. What happens is the surface of the sphere immediately goes up to the order of 30 million degrees, the material goes from a solid to a liquid to a gas to a plasma instantly, it boils out explosively and blows away from the pellet. And in the course of doing that, the reaction force is just like the exhaust of a rocket coming out. The reaction force that would drive the rocket forward is, of course, coming all the way around that sphere and it just squashes that sphere down and down, making the fuel more and more dense and at the same time it heats it. You know the way a diesel engine works, the piston comes up and compresses the fuel against the top of the cylinder which it does so rapidly that the air gets hot enough that when you inject the diesel fuel it ignites without even a spark plug. Well, exactly the same principle holds here, you compress this fuel so strongly and so rapidly that the compression alone drives the temperature up to 100 million degrees, starts the ignition, the thermonuclear burn front propagates through the fuel in a few trillionths of a second and the energy is released. Then again like the diesel engine, you use this thing the same way. In a diesel engine you fire many times a second—you know, bang, bang, bang, bang, like that—to get a constant rotary motion out or a constant temperature of the water in the radiator. And so you would run a power plant, and I will say a little bit more about that later.

Again, we were a long way from what it would take to do that many years ago, and so over the years we have sort of structured this program of building ever, ever larger lasers which are represented by these boxes here on this chart and these funny names which we name our lasers and we have been learning the process as we go along in developing the laser technology. This large device here that is going to get us up into the region where the thermonuclear fuel really ignites and starts to burn on its own is a project that we call Nova. The system that is operating at the laboratory right now, which some of the members of this committee have seen, is a system called shiva and I will show you a picture of a portion of Shiva.

Like all fusion hardware, it is a very large-scale device. From the back of that room down to here is about one hundred and fifty feet so you have some idea of scale. These are six of the twenty laser beams of the Shiva laser and these beams as they come out are eight inches in diameter, so they are a lot bigger than this. The power of one of these beams is essentially one and a half times the power of all the electrical generators in the world. Of course, it only does it for one billionth of a second rather than continuously, you understand, but it has that power capability. So, this device sitting here is essentially 30 times the power capability of all the electrical generators in the world, only for a billionth of a second of course, and so when you focus it down to a very small pellet you can imagine how hot things would get if you took 30 of the world power

[*Translation*]

Et maintenant, comment fait-on? Vous prenez un réservoir contenant du combustible thermonucléaire, i.e. du deutérium et du tritium, vous concentrez tout autour de la surface de la sphère des laser ou d'autres sources d'énergie. La surface de la sphère atteint immédiatement une température de l'ordre de 30 millions de degrés, le matériau passe instantanément du solide au liquide, du liquide à l'état gazeux, et du gaz à l'état de plasma, qui explose et s'échappe de la capsule. Et au cours de ce processus, on obtient une force de réaction qui est justement l'équivalent de la sortie d'une fusée. Cette force de réaction qui pousserait la fusée, évidemment, s'exerce tout autour de cette sphère, la comprime de plus en plus, ce qui rend le combustible de plus en plus dense tout en le réchauffant. vous savez comment fonctionne un moteur diesel: le piston monte et vient comprimer le carburant contre le haut du cylindre, et il le fait si rapidement que l'air devient si chaud qu'en injectant le carburant diesel, il allume automatiquement sans avoir besoin de bougie. Eh bien, c'est exactement le même principe qui s'applique ici: vous comprimez le combustible de fusion si fort et si rapidement que cette compression à elle seule suffit pour amener la température à 100 millions de degrés, provoquer la mise à feu et faire passer le front de combustion thermonucléaire à travers le combustible en quelques trillionièmes de seconde pour liberer de l'énergie. Puis, comme pour un moteur diesel encore, ou utilise cette énergie de la même manière. Dans un moteur diesel, vous faites plusieurs mises à feu à la seconde (comme ça bang, bang, bang), de façon à obtenir un roulement constant ou une température constante de l'eau du radiateur. C'est ainsi que fonctionne une centrale d'énergie de fusion. J'en dirai un peu plus tout à l'heure.

Encore une fois, il y a quelques années, nous étions loin de savoir comment faire pour arriver là, et nous nous sommes mis, avec les années à construire des lasers de plus en plus gros qui sont représentés par ces carrés ici, sur le tableau, et par ces noms curieux que nous donnons à nos lasers, et nous continuons d'apprendre le processus à mesure que se perfectionne la technologie du laser. Ce gros appareil, ici, qui va nous conduire dans la région supérieure où le combustible thermonucléaire s'allume réellement et commence à brûler tout seul, est un projet que nous appelons Nova. Le système qui est actuellement en opération dans notre laboratoire et que certains membres du comité ont vu, nous l'appelons Shiva, et je vais vous montrer la photo d'une partie de Shiva.

Comme toutes les quincailleries de fusion, c'est un très gros appareil. De l'arrière de cette pièce jusqu'ici en bas, vous avez 150 pieds environ. Vous avez ici, six des vingt rayons laser de la Shiva, et ces rayons sortent avec un diamètre de 8 pieds; ils sont donc beaucoup plus gros que ceci. La puissance d'un seul de ces rayons est exactement une fois et demie supérieure à celle de tous les générateurs électroniques du monde. Évidemment, il n'a cette puissance effective que l'espace d'un milliardième de seconde et non de façon continue, vous comprenez, mais il possède cette capacité énergétique. Donc cet appareil que vous voyez ici possède essentiellement un potentiel énergétique de 30 fois supérieur à celui de tous les générateurs électriques dans le monde, juste le temps d'un milliardième de seconde, bien sûr; et si vous focalisez cette énergie sur une

[*Texte*]

grids and sort of shorted them out together, which is exactly what occurs in this particular process. We have been very, very successful at compressing fuel up to high densities and getting it hot with that machine. This is a way too technical a Vu-graph to show this audience, but I just want you to look at this Vu-graph as a contour map going up the side of a mountain. These are the contour lines going up the side of the mountain, and the promised land of fusion is in this region up here. What is shown in green are all of the experiments with the magnetic fusion approach that have been done at various places in the United States. The tandem mirror that Dick talked about, the 2X-2V he talked about, the big Princeton Tokamak PLT. What is shown in the red dots are the experiments we have done with the Shiva and also with the Argus lasers at the Lawrence Livermore National Laboratory, and you can see that very equivalent plasma conditions have been obtained.

• 1640

Let me try to tell you, however, that inertial confinement fusion must get into the red region of this chart to operate a power plant efficiently, whereas magnetic confinement fusion can be in the region just below that and operate a power plant efficiently. So in a race sense, we are approximately an equal distance down the track but the finish lines are kind of in two different places, and that needs to be understood.

The MFTFB, the tandem mirror machine that Dick mentioned, is right here. TFTR is expected to operate there, and the Nova facility that we have under construction is expected to operate in these two regions. The Nova facility is a $200 million commitment to a laser that is essentially 30 times the capability of the Shiva laser and it is shown in an artist's conception here. There are 10 laser beams over on this side and 10 laser beams over on this side, all bending into a target chamber. The dimentions from one end to the other are about 750 feet so you get some idea of scale. Maybe a was to give you a better idea of scale is this. You see the beams come up here and they hit mirrors and have to bend, well I think maybe you can understand the scale of this machine better if i show you the turning mirrors that are currently being made. Those are the beams-turning mirrors and they have a turn on each one of those points. The laser beams are ¾ of a metre in diameter, and the turning mirrors for this device are a metre in diameter. It is under construction now and we had committed about $100 million of the $200 million to this point. We hope to have it operational at the end of 1984 or the beginning of 1985. This just shows you an aerial view of that facility going into place.

The question I wanted to return to is the question of exactly how one takes an explosive phenomena of these miniature thermonuclear pellets burning very rapidly and releasing their energy rapidly and converts that into electric power. This

[*Traduction*]

toute petite capsule, vous vous imaginez facilement la chaleur qui va s'en dégager; c'est comme si vous preniez 30 des réseaux électriques du monde et que vous arriviez à additionner leur pouvoir énergétique: c'est exactement ce qui arrive dans ce processus particulier. Nous avons très, très bien réussi à comprimer le combustible à de très fortes densités et à le porter à des températures élevées avec cet appareil. C'est un schéma beaucoup trop technique, je l'avoue, pour être présenté à un auditoire, mais je vous demanderais de considérer cette image comme une carte hypsométrique indiquant les reliefs d'une montagne. Ces lignes représentent les courbes de niveau, et la terre promise de la fusion se situe en haut, dans cette région-ci. Ce que vous voyez en vert ici, représente toutes les expériences qui ont été faites partout aux États-Unis par la voie du confinement magnétique. Le miroir en tandem dont parlait Dick, le 2X2V, le gros Tokamak PLT de Princeton. Les pointillés rouges représentent les expériences que nous avons faites avec le système Shiva et aussi avec les lasers Argus à Lawrence Livermore, et vous pouvez constater que nous avons pu obtenir des conditions très identiques pour le plasma.

Laissez-moi essayer de vous dire, cependant, que la fusion par confinement inertiel doit se rendre dans la région rouge de ce tableau pour être capable de faire fonctionner une centrale énergétique, alors que le confinement magnétique peut se faire juste dans cette région, en bas, et être efficace pour le fonctionnement de la centrale. Donc, pour parler en termes de compétition, nous nous trouvons à mi-chemin de la ligne d'arrivée, laquelle semble se trouver en deux endroits différents, et ceci a besoin d'explication.

Juste ici, vous avez le MFTFB, l'appareil à miroir en tandem dont Dick parlait. Le TFTR doit normalement aller là, et le système Nova actuellement en construction, doit normalement opérer dans ces deux régions. L'équipement Nova est un investissement de $200 millions pour un laser qui sera de 30 fois supérieur aux possibilités du laser Shiva, et vous le voyez ici d'après la représentation d'un artiste. Nous avons donc 10 rayons laser de ce côté-ci et 10 autres de ce côté-là, tous braqués vers une chambre cible. La distance entre ces deux points est de 750 pieds, ce qui vous donne une idée de la grosseur. Vous aurez, peut-être, une meilleure idée de sa grosseur avec ceci: vous voyez comme les rayons viennent frapper les miroirs ici puis se recourbent.Eh bien, je pense que vous pouvez mieux comprendre la grosseur de cet appareil si je vous montre les miroirs tournants qui sont actuellement en construction. Les voici, et ils doivent tourner autour de chacun de ces points. Les rayons laser ont un diamètre de 0,75m et les miroirs tournants pour cet appareil ont un diamètre de 1m. C'est en construction actuellement, et nous avons déjà mis la moitié des $200 millions là-dessus jusqu'à présent. Nous espérons qu'il pourra entrer en opération au milieu de 1984 ou au début de 1985. Cette photo vous présente une vue aérienne de cet appareil se rendant à sa place.

Et voici la question à laquelle je voulais revenir: comment peut-on prendre un phénomène explosif de ces capsules thermonucléaires miniatures qui brûlent très rapidement et libèrent leur énergie aussi rapidement pour la convertir en électri-

[*Text*]

simpliest way to do that, of course, is to drop the pellets into a combustion chamber, to shoot them with laser beams and blow them up. The energy output heats a lithium blanket or some sort of a liquid metal heat-exchange medium around the reactor vessel proper, then you take that heat out, go to a secondary cool loop, produce steam, have steam turn a turbine. The turbine makes electricity which goes back and runs the laser as well as going out on the power grid. The interesting thing, of course, is that all of this portion of the power plant is identical to, say a nuclear power plant, or any of this portion of it is identical to, say a coal-fired power plant. The interesting feature is the combustion chamber because it has to stand many of these little explosions, just like the combustion chamber in a cylinder in an automoblie engine has to stand many little explosions.

We have done a lot of design work with an industrial and university consortium on a way of building this sort of a vessel, and that is what is shown here. I want you to notice the scale of a man here. This is single vessel that would produce enough energy to make 1,000 megawatts electrical from a single vessel, so it is a scale of a full-sized power plant itself. The liquid metal is pumped into the top, it rains down through an old-fashioned showerhead. You remember the old-fashioned showeheads with all the big jets all over the place, well that is what this plate is, an old-fashioned showerhead, except that it is 10 metres in diameter and the jets coming out of it are 8 inches in diameter,and the amount of liquid metal in that region is a 100 metric tons rather than a pound or two of water, but it is basically the same principle. The pellet is injected throug this position over one of the laser beams, and the two laser beams meet it in the centre and explode the pellet at that point. The energy is absorbed almost totally; that is, 95 per cent of all of the energy is absorbed in that liquid lithium and heats it. The temperature rises about 15 degrees so it takes many shots to get the thing up to temperature and then it sort of operates a constant temperature, much like the water in the radiator of your car does, and for similat reasons.

• 1645

One of the advantages of this kind of design is that in the design of fusion reactors you have problems with neutron damage to materials, neutron damage to the first wall, plasma damage to the first wall and, in inertial confinement reactors, x-ray damage to the first wall, but in this situation our first wall is entirely liquid and, therefore, can stand an arbitrary amount of damage. All it does is vapourize the liquid which recondenses and goes back again. As a matter of fact, the design studies we have done on this kind of a rector vessel indicate that all of the rigid pieces of that reactor should operate the 30 or 50 year life of the power plant without any change.

[*Translation*]

cité? La façon la plus simple de procéder est, évidemment, de faire tomber les capsules dans une chambre à combustion, de les bombarder de rayons laser et de les faire exploser. L'énergie qui s'en dégage vient chauffer une nappe de lithium ou une sorte de métal liquide et transfert d'énergie moyen autour du réceptacle du réacteur, puis, vous faites sortir cette chaleur, l'amenez à une tour secondaire froide, ce qui produit de la vapeur, et cette vapeur va faire tourner une turbine. La turbine fait de l'électricité qui revient activer le laser en même temps qu'elle sort sur le réseau électrique. Le point intéressant, évidemment, c'est que toute cette partie de la centrale est identique, disons, à un réacteur nucléaire, ou toutes ses parties sont identiques, disons, à celles d'une centrale au charbon. La chambre à combustion est une caractéristique intéressante parce qu'elle est appelée à supporter beaucoup de petites explosions, exactement comme la chambre à combustion dans le cylindre d'un moteur d'auto doit supporter beaucoup de petites explosions.

Nous avons beaucoup travaillé avec un consortium industriel et universitaire pour trouver la façon de construire cette sorte de réceptacle que je vous montre ici. Regardez bien la taille de l'homme ici. C'est un unique réceptacle qui pourrait produire une quantité suffisante d'énergie pour faire 1,000 mégawatts électriques d'un unique réceptacle, c'est donc la grandeur de toute une centrale. Le métal liquide est pompé vers le haut, d'où il tombe sous forme de pluie en passant par une bonne vieille tête de douche de 10m de diamètre avec des jets de 8 pouces de diamètre, et la quantité de métal liquide dans cette région est de 100 tonnes métriques au lieu d'une livre ou deux d'eau pour une douche ordinaire, mais c'est fondamentalement le même principe. La capsule quitte cette position au-dessus d'un rayon laser, et les deux rayons laser la rencontrent au centre pour la faire exploser à ce moment-là. L'énergie est presqu'entièrement absorbée, c'est-à-dire à 95 p. 100 dans ce lithium liquide qu'elle vient réchauffer. La température monte à environ 15 degrés, ce qui nécessite beaucoup de chocs pour faire monter la température, et il opère, alors, à une température constante, tout comme l'eau du radiateur de votre automobile et pour les mêmes raisons.

Un des avantages d'un plan du genre, c'est que dans la conception des réacteurs de fusion, on a des problèmes de neutron qui cause des dommages aux matériaux, ou encore à la paroi, des problèmes de plasma qui cause aussi des dommages à la paroi, et dans le cas des réacteurs à confinement inertiel, des problèmes de rayons X qui causent des dommages à la paroi. Ici, la paroi est entièrement liquide et peut, de ce fait, supporter un bon nombre de dommages. Tout ce qui peut se produire, c'est que le liquide s'évapore, puis la vapeur se condense à nouveau et revient. En fait, les plans que nous avons étudiés jusqu'ici sur ce genre de paroi du réacteur indiquent que toutes les pièces rigides du réacteur devraient avoir une durée de vie égale à celle de la centrale, soit 30 ou 50 ans, sans nécessiter aucun changement.

[*Texte*]

To make one other point about this approach to fusion, you have the tremendous ability in this business to separate the reactor vessel and all of the specialized containment associated with that, from all of the high technology equipment, the lasers or the ion accelerators that are used to drive it. The separation can be very large and, therefore, can provide some interesting engineering options. That is, one driver facility or laser could provide several different power plants or be upgraded to provide several different power plants. If it ultimately becomes necessary to bury power plants for safety reasons or things like that, this is the only portion that would have to be buried so that there is a lot of design flexibility that comes from being able to separate the major pieces of the device.

Well, from the point of view of, if we succeed in doing fusion, what do you use it for? Let me make a few observations. The first, of course, is electrical power generation. Typically we think of building big central power plants with fusion. Another thing is, of course, if you can produce the electricity that way, you can work on the problem of terrestrial transportation, that is, automobiles and trucks and so forth, as electric vehicles. We have a program at the Lawrence Livermore Laboratory, which I will say just a little bit more about later, of using aluminium air batteries to do that. We can, of course, once you have a fusion energy source, by electrochemical processes or by thermochemical processes or by both, produce hydrogen. I think you have already had testimony about the possibilities of using hydrogen as a fuel and so a fusion source could indeed produce hydrogen also. Of course, any major power plants of any type produce a lot of heat and so you can also produce direct process heat. What I left off here when I was making this viewgraph just before I left is, of course, the use of a fusion power source for breeding fissile fuel for CANDU reactors or light water reactors which is another possibility.

Now, if we have just a few more minutes, I was asked to address the issue of the metal air battery and its use in transportation, and by your leave I will do that.

The Chairman: By all means.

Mr. Emmett: I think everybody is aware of the problem with electric vehicles. They require a lot of batteries and if you are using primary batteries or conventional batteries, you drive however many miles that wonderful golf cart will let you go and then you have to charge this thing up overnight. Well, if you really want people to accept, I think, electric transportation, you have to go at it from a different point of view. This idea of charging something up overnight, we think, will prevent the acceptance of electric transportation in meaningful situations. People want the kind of transportation they have today. People want to be able to get in their car and go someplace and when they run out of gas, they want to be able to fill it up and go on. They do not want to have to plug in the thing overnight. So we have been looking at approaches that do that and one of them is the aluminium air battery.

[*Traduction*]

Une autre remarque sur cette approche, c'est que l'on a l'immense avantage de pouvoir séparer la paroi du réacteur et tout le domaine spécialisé qui s'y rattache des pièces de haute technologie, comme les lasers et les accélérateurs d'ion dont on se sert pour le mettre en marche. La séparation peut être très grande et offrir, par conséquent, des choix techniques très intéressants. C'est dire qu'un laser pourrait servir à plusieurs centrales différentes ou qu'il peut être amélioré pour servir à plusieurs centrales différentes. Si, en dernier ressort, il devient nécessaire d'enterrer les centrales d'énergie pour des raisons de sécurité ou autres, on n'enterrerait que cette partie-là, de sorte qu'il existe une grande souplesse dans la conception technique du plan, du fait qu'on est capable de séparer les différentes parties de l'appareil.

Bon, pour ce qui est de savoir à quoi peut servir la fusion si on y parvient un jour, je vais vous présenter certaines possibilités. La première, évidemment, c'est la production de l'électricité; nous pensons sérieusement à la construction de très grosses centrales électriques avec la fusion. Un autre point, c'est que s'il est possible de produire de l'électricité de cette façon, on peut envisager la construction de véhicules-moteurs électriques: automobiles, camions, etc. Je vous parlerai un peu plus tard d'un projet que nous avons à Livermore dans ce sens-là, où nous nous proposons d'utiliser des batteries aluminium-air pour y arriver. Nous pouvons aussi, si nous disposons d'une source d'énergie de fusion, produire de l'hydrogène, soit par un procédé électrochimique ou par un procédé thermochimique, ou les deux. On vous a déjà dit qu'on peut utiliser de l'hydrogène comme combustible; donc, une source d'énergie de fusion pourrait, évidemment, produire de l'hydrogène. Évidemment n'importe quel type de centrale énergétique produit beaucoup de chaleur, donc on peut aussi produire directement de la chaleur avec une centrale de fusion. Ce que j'ai laissé de côté en préparant ce graphique juste avant de partir, c'est qu'il est aussi possible d'utiliser une source d'énergie de fusion rattachée au combustible fissible du CANDU ou de petits réacteurs à l'eau: c'est donc encore une possibilité.

S'il nous reste quelques minutes, on m'avait demandé de vous parler de la batterie métal-air et de son application au transport terrestre. Avec votre permission, je vais le faire toute de suite.

Le président: Allons-y

M. Emmett: Je crois que tout le monde est au courant du problème des voitures électriques. Elles demandent une quantité de batteries, et si vous utilisez des batteries conventionnelles, vous arrivez quand même à conduire cette merveilleuse petite voiture de golf pendant quelques milles, puis, vous devez la recharger pendant la nuit. Eh bien, si l'on veut vraiment que les gens acceptent le transport électrique, vous devez changer votre approche. Je crois que cette idée de devoir charger votre batterie pendant la nuit empêchera les gens d'accepter les voitures électriques. Les gens veulent être capables de prendre leurs autos pour se rendre quelque part, d'arrêter pour faire le plein quand ils n'ont plus d'essence, et de poursuivre leur route. Ils ne veulent rien avoir à brancher pour la nuit. Donc, nous avons certaines solutions qui nous permettraient de le faire, et l'une d'elles, c'est la batterie aluminium-air.

[*Text*]

This is a very simple illustration indicating that we are working on aluminium air battery as a total replacement for the internal combustion engine. This battery is a different kind of thing from what you are normally used to thinking about and it has some interesting features. First of all, it stores three to 10 times the energy of rechargeable batteries for equivalent weight or volume situations which means you have three to 10 times the range of the automobile in equivalent situations, and its cost and efficiency are potentially quite competitive with syn fuels. By that I mean that the nergy efficiency of this process looks very similar to the energy efficiency of taking coal, converting it to gasoline and running an internal combustion engine, or taking coal, converting it to diesel fuel and running an internal combustion engine.

• 1650

The program we are moving out on with regard to this is sort of structured in time like this: small cells we were experimenting with last year, large cells are inoperational this year, cells that are refuelable in the coming year, big stacks—a final battery in 1984, and hopefully an automobile running in 1987. Let me comment at this point, without fear of getting a little flack when I get back home, that this time scale is solely dominated by the rate at which people are willing to spend money on the process, not by any fundamental lack of our understanding of what can be done.

Let me now try to tell you what this battery is. It is a very strange thing, you do not charge this battery, you fuel it up just like you do to a normal automobile. You have a battery here, and it provides the energy for propulsion, that is, it drives an electric motor, and the electric motor drives your automobile. Now, where does the energy come from that battery? Well, what you do is that you take electric power, and you put electric power into an aluminum plant, and you make metallic aluminum—that is, you make aluminum plates. You put the aluminum plates into the battery—hang these aluminum plates in the battery, and then you add water to the battery. The battery takes in oxygen from the air just the way an internal combustion engine takes in oxygen from the air to burn with gasoline. So, it takes the oxygen in from the air and burns it with the aluminum—just like an internal comustion engine takes oxygen from the air and burns it with gasoline. All right. Now instead of getting out of the exhaust pipe carbon dioxide and water, when you burn gasoline, what comes out is aluminum hydroxide, which is a white powder, except it does not come out the exhaust pipe, it falls into the bottom of the battery or into some storage place.

But then you have the interesting feature that when you go into the gas station, the attendant takes out the aluminum hydroxide and sends it back to the aluminum plant, and that is the primary input for the aluminum plant to convert back to aluminum. So you have a close-cycle operation here in which the electric power is taken from any power source—a nuclear

[*Translation*]

Voici une illustration très simple qui vous montre comment nous étudions la batterie aluminium-air pour remplacer entièrement le moteur à combustion interne. Cette batterie est une chose intéressante, et elle est différente de ce à quoi l'on a l'habitude de penser. D'abord, elle emmagasine de 3 à 10 fois plus d'énergie que les batteries rechargeables pour un poids et un volume équivalents, ce qui signifie que vous avez une automobile de 3 à 10 fois plus puissante dans des situations équivalentes, et dont le prix et l'efficacité sont compétitifs avec ceux des carburants synergétiques. Je veux dire par là que l'efficacité énergétique du processus ressemble beaucoup à celle qu'on obtient en convertissant du charbon en gazoline pour faire marcher un moteur à combustion interne, ou encore en convertissant du charbon en diesel pour faire marché un moteur à combustion interne.

Le programme que nous poursuivons dans ce domaine a été quelque peu planifié de la manière suivante: les petites piles que nous avons expérimentées l'année dernière, les grosses piles non opérationnelles cette année, des piles qu'on pourra ravitailler en combustible l'année prochaine, des piles en grand nombre, une batterie définitive en 1984, et, espérons-le, une automobile capable de rouler dès 1987. Sans craindre de devenir un correspondant de presse à mon retour, laissez-moi vous dire, ici, que cette planification dépend entièrement de l'argent qu'on est capable de mettre là-dessus, et non d'une quelconque incompréhension de notre part de ce qui peut être fait.

Essayons de comprendre ce qu'est cette batterie. Fait assez étrange, elle n'est pas chargeable, mais elle se fait remplir exactement comme l'on fait pour réservoir d'une automobile ordinaire. Vous avez une batterie ici, et c'est elle qui fournit l'énergie nécessaire pour faire avancer le véhicule; il fait tourner un moteur électrique, lequel à son tour, fait marcher votre auto. Mais, comment la batterie produit-elle son énergie? Eh bien, il s'agit d'envoyer de l'électricité dans une usine d'aluminium pour faire de l'aluminium métallique, c'est-à-dire que vous faites des plaques d'aluminium. Vous placez ces plaques d'aluminium dans la batterie, vous tenez ces plaques en suspension dans la batterie et vous ajouter de l'eau dans la batterie. La batterie prend l'oxygène de l'air exactement comme un moteur à combustion interne prend de l'oxygène de l'air pour le brûler avec de l'essence. Donc, il prend de l'oxygène de l'air et le brûle avec de l'aluminium comme le moteur à combustion interne prend de l'oxygène de l'air pour le brûler avec l'essence. Bon, maintenant, au lieu d'avoir un mélange d'eau et de bioxyde de carbone à la sortie du tuyau d'échappement, vous obtenez un hydroxide d'aluminium qui est une poudre blanche, avec cette exception que cette poudre ne sort pas du tuyau d'échappement, mais se dépose au fond de la batterie ou dans un compartiment spécial.

Mais alors, il devient intéressant de constater que quand vous vous rendrez à un station service, le mécanicien va vous sortir cet hydroxide d'aluminium et le retourner à l'usine pour y être converti en aluminium. On a donc un cycle bouclé pour cette opération, et l'électricité, vous l'aurez prise de n'importe quelle source—nucléaire, fusion, charbon, ou n'importe—et on

[*Texte*]

power plant, a fusion plant, a coal-fired power plant, or whatever it is, and you have all of your issues of pollution control, and so forth, in one place; that is the power plant and the aluminum production plant, where you can afford the cost of control. All you do is instead of trucking gasoline to the gas station you truck aluminum plates, and instead of sending the trucks back empty you send them back with aluminum hydroxide.

Let me give you a little more quantitative example that we have worked out which is shown here. The example is a five-passenger, 2,800 pound vehicle, that has three-hundredths of a horse power per pound. Let me put that in the real context—that is a Volkswagen Rabbit. And if you make this .05 horse power per pound then that is a General Motors *X* car. I want to get it in the right context. Typically, if you are operating on the fossil fuel cycle, you have a quarter barrel of crude oil required to drive this 250 miles and you produce an exhaust, or you can use 200 pounds of coal via the synfuel process or 400 pounds of biomass, which all run that device with an internal combustion engine 250 miles and produce an exhaust which goes into the atmosphere.

If you are operating on the aluminum air battery, it takes 31 pounds of aluminum, six gallons of tap water, which runs exactly the same sort of range, and so forth. It produces 90 pounds of aluminum hydroxide, which goes back to the aluminum plant and takes electricity in and produces the 31 pounds of aluminum back. So it is an interesting close cycle from the point of view of the way the energy is used, the way the materials are used, because you are realizing you now have a non-polluting automobile.

The way it has worked out so far in our design studies, is the aluminum plates need to be added every 1,000 to 2,000 miles transportation in the cars. It appears to us that you would have to have your car in the gas station for about fifteen minutes to do that. It would be the equivalent level of complexity of an oil change or perhaps a lube job, or something like that. Every 250 miles you have to add some water, and every 250 and 500 miles, when the guy is adding the water, you want him to drain out the aluminum hydroxide powder. So you begin to see what we are working towards here. We take a primary energy source, be it nuclear, coal, or whatever the primary energy source is, we create electricity and we create aluminum in one place and we control all the pollution related elements right there. We then truck aluminum to conventional gas stations using the existing infrastructure to support the automobile, and the gas stations put the aluminum plates and the water in your battery. You then have the gas station also collect the reaction product, the aluminum hydroxide, and ship it back to the power plant.

• 1655

We are talking about providing an automobile that has the operational characteristics to the owner of the sort of thing he is used to; that is, a car that can drive 500 miles, stop in at a gas station, get gassed up and drive another 500 miles. We think this type of thing can potentially have a very, very high

[*Traduction*]

a concentré en un seul endroit tous les problèmes de contrôle de la pollution, c'est-à-dire à la centrale d'énergie et à l'usine de production de l'aluminium où il sera possible de défrayer le coût du contrôle. Tout ce que vous faites, c'est qu'au lieu d'un plein d'essence à la station service, vous demandez des plaques d'aluminium, et au lieu de returner vides les camions de livraison, vous les retournez chargés d'hydroxide d'aluminium.

Et voici un autre exemple concret sur lequel nous avons travaillé et que je vous montre ici: c'est un véhicule à 5 passagers, pesant 2,800 lb avec 0,03 CV par livre. Concrètement, c'est la Rabbit VW, et si au lieu de 0,03 CV/lb on a 0,05CV/lb, nous serons en présence d'un modèle de voiture GM. Je veux qu'on comprenne bien le contexte: si vous faites marcher votre auto avec du carburant fossile, il vous faudra ¼ de baril de pétrole brut pour parcourir 250 milles, et il y a production de gaz qui s'échappe dans l'atmosphère; ou encore, vous pouvez utiliser 200 livres de charbon par un procédé synergique, ou 400 lb de biomasse. Tous ces carburants peuvent faire rouler l'auto pendant 250 milles, et tous laissent échapper un gaz qui s'en va dans l'atmosphère.

Par contre, si vous utilisez la batterie aluminium-air, vous aurez besoin de 31 lb d'aluminium et de six gallons d'eau courante, pour parcourir le même trajet. Elle produit 90 lb d'hydroxide d'aluminium qui retournent à l'usine pour redonner 31 livres d'aluminium en plaques, après avoir subi un traitement par de l'électricité. C'est donc un intéressant cycle fermé du point de vue de l'utilisation de l'énergie et des matériaux, car vous avez maintenant une auto non polluante.

Jusqu'à présent, nos études nous permettent de croire qu'il faudra changer les plaques d'aluminium après un parcours de 1000 à 2000 milles, et ils nous semble qu'il faudrait compter environ 15 minutes pour ce service, c'est-à-dire l'équivalent du temps d'une vidange, ou d'un graissage, ou quelque chose du genre. Il faudrait rejouter de l'eau à tous les 250 milles, et pendant que le mécanicien de service ajoute cette eau à tous les 250 ou 500 milles, vous lui demandez de retirer l'accumulation de poudre hydroxide d'aluminium. Donc, vous commencez à avoir une idée de ce que nous cherchons à faire de ce côté-là. A partir d'une première source d'énergie qui peut être nucléaire, charbon, n'importe, nous produisons de l'électricité et de l'aluminium en un seul endroit, et nous contrôlons sur place tous les problèmes de pollution. Donc, nous ferons le plein d'aluminium dans nos stations services conventionnelles, utilisant ainsi la même infrastructure mise en place pour les besoins de l'automobile. Et dans les stations services, on vous mettra des plaques d'aluminium et de l'eau dans la batterie de votre automobile, et vous demanderez aussi de recueillir le produit de la réaction, i.e. l'hydroxide d'aluminium qu'on retournera à l'usine.

Nous parlons d'une automobile qui possède les caractéristiques de celle à laquelle le propriétaire d'aujourd'hui est habitué, c'est-à-dire une auto qui peut rouler 500 milles d'affilée, arrêter pour faire le plein à une station service et reprendre la route pour un autre 500 milles. Nous croyons qu'il s'agit là

[*Text*]

acceptance and lead to a tremendous reduction in the air pollution problems, particularly of cities, and also run off any kind of prime power source. So it is one example of the way a fusion energy source can be used to even provide terrestrial transportation and, for that matter, any other primary energy sources. Thank you, very much.

The Chairman: Well, Doctors Post and Emmett, it has been a very interesting talk. I am kind of sorry that I did not pay more attention to my physics teachers years ago, because I will readily admit that I could not follow everything. But that is fine; we have other people here who can, and I am sure that the benefits will come forth eventually.

I will pass on to my colleagues. I just want to clear up one or two points and I will come back with more questioning later. Are we thirty, forty, or fifty years away,—and I know you went through this but I just want to clear it up—from having commercially available fusion power systems, I gues is the right terminology? Could you sort of go over that part a little, please?

Mr. Emmett: The way the program is proceeding in the United States, and to a certain extent in the rest of the world, it looks like by the mid to late eighties we will have a number of scientific demonstrations of the fact that the fusion process can work in the laboratory.

There are three major approaches to it as you have heard, and I think all three of those major approaches will probably demonstrate scientific feasibility in that time frame. Then the question you really ask is: well, how much longer after that is it going to take to have real economic feasibility to the point where an electric utility would be confident enough to use one of these devices for the next power plant it has to install?

I think the answer to that question is solely dominated by the question of what is the national commitment. It could well take 50 years to do that if nobody really cared or if it were not a high priority. That could well happen in ten to fifteen years if the kind of effort and national commitment that was committed to going to the moon were committed to making the first power plant.

Also, I think the important point is that probably the cost of doing an economic feasibility demonstration would be in the order of ten times the integrated cost of doing a scientific feasibility demonstration, and thus it will take a national commitment to have it happen on that time scale, so I think it would be up to the people of the various countries to determine how fast it happens.

The Chairman: This INTOR project which was supposed to go ahead, which was a co-operation of many countries together in this field, and I think Canada, notably British Columbia and Quebec, were being considered along with other countries as the site which would be an international project. This fell through. Was it mostly, in your opinion, international politics which made this project fail, or what? If you do not want to go

[*Translation*]

d'une solution hautement acceptable et extrêmement efficace pour résoudre les problèmes de pollution atmosphérique, particulièrement dans nos villes. Nous croyons aussi que cette solution peut fonctionner avec n'importe quelle source d'énergie. C'est un exemple, aussi, de la façon dont l'énergie de fusion peut servir même au transport par terre, au même titre que n'importe quelle autre source d'énergie. Merci.

Le président: Eh bien, messieurs, ça a été un exposé fort intéressant. Je regrette un peu de n'avoir pas écouté mon professeur de physique dans le temps, car je dois admettre, volontiers, que bien des détails m'ont échappé. Mais, c'est bien. Nous avons d'autres personnes dans l'assistance qui, eux, ont tout compris, et je suis sûr qu'on pourra, un jour, récolter les fruits de votre exposé.

Je vais passer la parole à mes collègues, mais avant, j'aimerais juste éclaircir un ou deux points, puis je reviendrai plus tard avec d'autres questions. Je sais que vous en avez parlé, mais je veux clarifier ce point: est-ce que ce sera dans 20, 40 ou 50 ans que nous pourrons compter sur une exploitation commerciale de l'énergie de fusion? J'espère que c'est la bonne terminologie? Pourriez-vous nous en dire un peu plus sur cette partie-là, s'il vous plait?

M. Emmett: La façon dont le programme est engagé aux États-Unis et jusqu'à un certain point, dans le reste du monde, on peut croire que vers le milieu des années 80, nous aurons assez de preuves scientifiques pour démontrer que la fusion est possible en laboratoire.

Nous distinguons trois approches importantes pour la fusion, et je crois que dans ce temps-là, nous pourrons prouver qu'elles sont toutes les trois scientifiquement réalisables. Par conséquent, le vrai sens de votre question revient à se demander: Combien de temps après cette première étape, faudra-t-il attendre pour une exploitation commerciale de la fusion, au point qu'une société d'énergie électrique pourrait, en toute confiance, utiliser un de ces appareils pour la prochaine centrale qu'elle a l'intention de construire?

Je crois que la réponse à cette question dépend de la volonté nationale. Ça pourra prendre facilement 50 ans si personne ne s'en soucie ou si ce n'est pas considéré comme une grande priorité. Au contraire, cela pourra prendre de dix à quinze ans si l'on veut bien mettre le même effort et la même volonté pour produire le premier réacteur que ceux dont nous avons fait preuve pour envoyer le premier homme sur la lune.

Aussi, je crois que pour arriver à démontrer cette faisabilité économique, il en coûtera dix fois plus cher que ce qu'il en coûte pour la faisabilité scientifique. Cela prend donc une volonté nationale pour y arriver dans ce laps de temps. Donc, tout dépend des citoyens des divers pays pour savoir si nous y arriverons bien vite ou pas.

Le président: Qu'en est-il du projet INTOR, sorte de projet international, résultat d'une coopération de plusieurs pays, dont le Canada, dans ce domaine? Je crois même que la Colombie-Britannique et le Québec avaient été envisagés parmi d'autres pour être le site possible de ce projet. C'est tombé à l'eau, tout ça. Pensez-vous que c'est des raisons de politique internationale qui l'a fait échouer, ou quoi? . . . Si

[*Texte*]

into that field, that is fine, or if it is some other reason, could you elaborate on that a little bit?

• 1700

Mr. Post: I do not believe I can make too many comments on it since I do not know the most recent information on it, but I would say that the present slackening, shall we say, of the INTOR effort has to do perhaps with the fact that it is perceived that there are several very large-scale fusion devices coming on the air from which data will be obtained. That must have had an influence. Another influence is the fact that the United States is now committed by the fusion energy bill to build a large facility of some nature comparable to that. So I would say this decision is shelved for the moment on INTOR, but I would not say it is dead in any sense. It is just that I think it is perceived that there are large devices coming on, that the U.S. has made a commitment. That is bound to have some influence on this.

The Chairman: I just have one other question until I come back later after my colleagues have had their opportunity.

There is a lot of discussion, of course, because Canada is so close to the U.S., about the news of your expenditures of hundreds of millions of dollars in this field, not only at Lawrence Livermore but at Princeton and at Sandia Laboratories in New Mexico, and perhaps other places. There has been some talk in Canada, of course, that they could not match those expenditures, but so that our scientists and others in the field could at least sit at the table and be aware of what is going on, to have perhaps some smaller scale experiments here in Canada as well; especially in the laser field. What would it cost for Canada to sit at that table and be in on the negotiations and the ongoing experiments? In other words, to know what is going on.

Mr. MacBain: In a meaningful way.

The Chairman: Yes. I know this may be a hard question to answer, but is it $10 million, $20 million a year, $30 million? Is it accelerating rapidly?

Mr. Emmett: These things have a tendency to accelerate rapidly.

Let me just make the following observation. I think expenditures on the order of $10 million or $20 million a year could have the effect you are looking for. Let me add to that by saying what it is spent on is probably far more critical than how much is spent. That is, if $10 million to $20 million a year is spent focusing on one or two or three or four areas wherein Canada therefore will become an acknowledged leader, I think you would find that much more to your benefit than if it were spent on ten or twenty areas just to follow them. Typically, I would say in any one of the areas a couple to several million

[*Traduction*]

vous ne voulez pas vous mêler de ces questions d'ordre politique, c'est bien. Mais si vous pensez que c'est pour d'autres raisons, pourriez-vous nous en parler un peu?

M. Post: Je ne crois pas être capable d'en dire long là-dessus, étant donné que je ne suis pas au courant des derniers développements sur cette question. Je dirai, quand même, que ce que j'appellerais l'actuel ralentissement du projet INTOR est dû au fait que l'on considère qu'il y a plusieurs très gros appareils de fusion qui vont être construits et d'où il sera possible d'obtenir des données. Cela a sûrement influencé la décision. Une autre raison tient au fait que les États-Unis sont maintenant obligés, par la Loi sur l'Énergie de fusion, de construire un gros réacteur comparable, d'une certaine manière, à celui du projet en question. Donc, disons que le projet est actuellement sur les tablettes, mais je ne dirais absolument pas qu'il est mort. D'après moi, c'est tout simplement parce que l'on entrevoit la construction de gros appareils d'ici peu et que les États-Unis ont des obligations, de leur côté. Ces raisons ne peuvent pas faire autrement que d'influencer la décision.

Le président: J'ai une dernière question avant de laisser la parole à mes collègues.

Évidemment, à cause de la proximité du Canada avec les États-Unis, nous entendons beaucoup parler des centaines de millions de dollars que vous dépensez dans ce domaine, non seulement à Lawrence Livermore, mais aussi à Princeton et à Sandia de New Mexico, et peut-être aussi ailleurs. On rappelle aussi, bien sûr, que nous ne sommes pas capables de rivaliser avec de si fortes dépenses, mais si nous voulons donner à nos hommes de science et à nos autres spécialistes au moins une chance de s'asseoir à la table et de se tenir au courant de ce qui se passe dans ce domaine, est-ce que le Canada ne pourrait pas entreprendre quelques petites expériences de moindre envergure, particulièrement dans le domaine du laser? Combien pourrait-il nous en coûter pour avoir cette place à la table des négociations et participer ainsi à l'effort en cours? En d'autres mots, pour savoir ce qui se fait dans ce domaine.

M. MacBain: D'une façon significative.

Le président: Oui, je sais que c'est une question difficile à répondre, mais est-ce que ça pourrait être quelque chose comme 10 ou 20 ou 30 millions de dollars par année? Est-ce que cela augmente rapidement?

M. Emmett: Ces choses ont tendance à augmenter rapidement.

Laissez-moi vous dire ce qui suit: je crois que 10 ou 20 millions de dollars par année pourraient avoir l'effet que vous recherchez. Mais je me permettrai d'ajouter que, plus encore que le montant dépensé, il est important de savoir à quoi il est consacré. Je veux dire que si vous consacrez 10 ou 20 millions de dollars par année à pousser la recherche sur un ou deux ou trois ou quatre points bien spécifiques pour lesquels le Canada pourrait jouer un rôle de chef de file reconnu dans le monde, ce serait beaucoup plus profitable pour vous plutôt que de dépenser cet argent juste pour se tenir au courant de ce qui se

[*Text*]

dollars a year would be necessary to be able to strongly contribute to it, which I think would be your objective.

So if you are talking $10 million or $20 million a year, I think you can talk about a few areas in which you could make a very strong contribution, and I think everybody throughout the world would very strongly support you. Dick and I wrote up some short notes on our personal ideas of what that could be, and I think they have been distributed to the committee members. It is just a very general statement of the types of things we have in mind. I think $10 million or $20 million well spent could go a long way toward meeting you objectives.

The Chairman: Thank you.

I think Mr. Gurbin is the first on the list. I will be back later. Thank you very much.

Mr. Gurbin: I guess the sense of excitement that we were able to gain as a committee by visiting the actual installations is diluted somewhat; not completely, because your personalities certainly exude that sense of optimism that we find lacking in a lot of our other explanations. As a committee, I think we appreciated the opportunity of being able to physically visit and see what was really being done. That is something that I think we are missing, certainly in Canada: the idea that there is something tangible, something that is a reality which is actually being worked on right now on a time scale that is not 50 years or 100 years but is ongoing now, and with the level of dedication that the United States has. That was an opportunity we all appreciated, I think.

The chairman has touched on some of the things that I think are important to us as Canadians and whether or not we become involved. But there are other areas that I think need to be discussed when we are talking about the fusion program, and some of them have to do with some of the basic questions we have as a committee as to what kind of energy systems we are going to become involved in at all. These include such things as the centralization of the technology and what that means to our societal structures; some of the things you have addressed in terms of environmental aspects and what the impacts are there.

• 1705

One of the basic questions we have had along the way is the argument against supply and demand and what happens with that. I realize that you have addressed that in some sense in your explanation, but I think we are coming to a point where we must say how much we are going to dedicate to conservation, and how much we are going to try to approach it from a supply viewpoint. If we take ourselves away from fossil fuels, the balance that we create there would seem to either extend or shorten that fossil fuel age that we are in as you pointed out. Is there an absolute limit in your mind to which we could indefinitely extend that fossil fuel period, so that we could live

[*Translation*]

passe dans 10 ou 20 domaines différents. Je dirais donc que, peu importe le domaine choisi, un budget de quelques millions de dollars par année serait nécessaire si vous voulez vraiment y apporter une importante contribution, ce qui est votre objectif, je crois.

Donc si vous parlez de 10 ou 20 millions de dollars par année, je crois que vous pouvez parler de plusieurs domaines dans lesquels il vous serait possible d'apporter une sérieuse contribution, et je crois que le monde entier vous appuierait fortement. Dick et moi avons écrit quelques notes sur ce que nous pensons de cette contribution canadienne, là où elle pourrait s'exercer. Je crois que ces notes ont été remises aux membres du comité. Elles vous donnent simplement une idée générale de ce que nous pensons. Je crois donc que 10 ou 20 millions de dollars par année, bien dépensés, devraient vous amener loin vers la réalisation de votre objectif.

Le président: Merci.

Je crois que M. Gurbin est le premier sur la liste. Je reviendrai après; merci beaucoup.

M. Gurbin: J'ai l'impression que l'espèce d'enthousiasme qui nous avait gagné au moment de visiter nos installations est quelque peu estompé; non pas complètement, parce que vous savez communiquer votre optimisme, ce qui, à mon avis, fait défaut dans beaucoup d'autres explications que nous avons eues. Je crois que tous les membres du comité ont bien apprécié l'occasion qui leur a été donnée de visiter vos installations là-bas, et de voir tout ce qui s'y faisait vraiment. C'est quelque chose qui nous manque, je crois, au Canada: de savoir qu'il existe quelque chose de tangible, une réalité actuelle et non à venir dans 50 ou 100 ans, de savoir qu'il se fait quelque chose maintenant et quelque chose de grand au niveau des États-Unis. C'est une chance que nous avons tous beaucoup appréciée, je crois.

Le président a touché à un certain nombre de points qui sont importants pour nous, Canadiens, à propos de notre éventuelle participation. Mais il reste d'autres points à discuter, je crois, quand on parle du programme de fusion, et certains d'entre eux concernent certaines questions fondamentales que les membres du comité doivent se poser, comme par exemple, le genre de système d'énergie que nous devrons adopter. Je veux parler de ces choses en rapport avec la centralisation de la technologie et ce que cela représente pour nos structures de société, tous ces aspects que vous avez mentionnés à propos de l'environnement et des conséquences écologiques des systèmes.

Une grande question qui n'a cessé de nous hanter tout au long concerne l'argument contre la loi de l'offre et de la demande, et je me demande ce qu'il en est vraiment. Si j'ai bien compris, vous y avez fait allusion d'une certaine manière dans votre exposé, mais je crois que nous arrivons au point où il nous faut dire clairement ce que nous entendons faire pour conserver l'énergie et ce que nous devons entreprendre dès à présent pour nous rapprocher d'un tel objectif en ménageant nos ressources. Si nous consommons moins de combustibles fossiles, le surplus économisé pourrait, semble-t-il, prolonger ou raccourcir cet âge de l'énergie fossile dans lequel nous nous

[*Texte*]

happily ever after in a "fossil fuelish" world? That may not be the best way to say that. But where are the practical parameters or limits in your mind? What point of view do you have on that argument?

Mr. Emmett: That is a very, very complex question. I think many people have many opinions on it, and I can only contribute an opinion. It would seem to me that if you look at all the global impacts of burning fossil fuel, you come to the conclusion that even if you could access it all and burn it right away, you might choose not to do that. I mean the atmospheric build-up of CO_2 is just one of the examples.

Now the problem we have in determining how to conserve or how to best use the fossil fuel resources we have is that we have no idea how long we have to use them. In my point of view, the reason why, you work as aggressively as you do on the inexhaustible options is to be able to evaluate when they will be available to you. We do not have an iron-clad guarantee that any of the three inexhaustable options will work, and so it seems to me that the most important thing is to find out rapidly whether or not they do work and, if so, when they can penetrate your economy. I would say that if you have an idea as to what the time scale really is and if you can really quantify the time scale for making a transition from one of the exhaustible resources to the inexhaustible resources, then I think you can put together a very good plan as to how you husband and use to the optimum that exhaustible resource in that interval period of time.

I think the problem we face, at least in the United States, in making decisions about a lot of these things is that we do not know today whether we are trying to use the exhaustible resources for 25 years or 200 years. Until we narrow that down so we can realize we have to live with the exhaustible resources for you know 50 years plus or minus 10, it is very difficult to plan a strategy. So I think that is the reason why there is so much debate on what the appropriate strategy is. It is not quite an answer to your question.

Mr. Gurbin: Well, it is coming out there, and I appreciate the complexity. I guess one of the peripheral questions that has to be asked relates to coal-fired plants. If the United States did not go into a fusion program to develop its energy resources in that way, I have heard the figure of 80 coal-fired plants, large coal-fired plants, that they are going to be using. Is that the alternative? Or is there a way that conservation can cut that so that they are never going to build those plants? I think what we are looking at here are energy options really, as much as anything, and if you put conservation as one of those options, how does it influence whether you ever do have to build a fusion plant, or whether you are going to be stuck with the coal technology?

[*Traduction*]

trouvons, selon vos explications. Est-ce qu'il existe, à votre avis, une limite absolue, c'est-à-dire pouvons-nous prolonger indéfiniment cette ère du fossile et continuer de vivre heureux? La question est sûrement mal posée. Mais, où situez-vous les paramètres ou les limites pratiques dans votre esprit? Qu'auriez-vous à dire sur ce point?

M. Emmet: C'est une question très, très complexe. Je crois que les opinions varient beaucoup là-dessus, et je ne peux que vous apporter un point de vue strictement personnel. Il me semble que si vous considérez toutes les conséquences de la combustion des matières fossiles, vous arriverez à la conclusion que même si vous pouviez avoir accès à la totalité des ressources existantes pour les brûler immédiatement, vous choisiriez sûrement de ne pas le faire, à cause, notamment, de la quantité de monoxyde de carbone qui se répandrait dans l'atmosphère.

Maintenant, le problème qui se pose à nous quand il s'agit de déterminer comment conserver nos ressources de combustibles fossiles ou comment en faire un meilleur usage, c'est que nous sommes entièrement dans l'ignorance du nombre d'années dont nous pouvons encore en disposer. A mon avis, la raison pour laquelle on travaille avec tant d'acharnement sur des sources possibles d'énergie inépuisables, c'est pour être capable de savoir quand elles seront disponibles. Rien ne nous garantit encore, de façon absolue, que l'une ou l'autre des trois sources à l'étude va sûrement marcher. Il me semble donc que le plus important, pour nous actuellement, c'est d'établir leur faisabilité le plus vite possible, et de voir ensuite quand elles pourront commencer à influencer notre économie. Je dirais que si vous pouviez avoir une idée du nombre d'années qui nous séparent de l'utilisation de ressources inépuisables, alors, je crois qu'il serait possible de préparer un plan raisonnable d'économie d'énergie pour la période de transition.

Je crois que notre problème aujourd'hui, du moins aux États-Unis, quand il s'agit d'arrêter des décisions de ce genre, c'est que nous ne savons pas du tout si nous disposons encore de ressources épuisables pour 25 ou 200 ans. Tant que nous ne pourrons pas répondre à cette question, il nous sera très difficile de savoir si nous vivons sur des ressources épuisables pendant, disons, une cinquantaine d'années encore, et d'établir une stratégie de conservation en conséquence. C'est ce qui, d'après moi, explique tout ce débat en cours sur la meilleure stratégie qu'il convient d'adopter. Ç ne répond pas tout à fait à votre question.

M. Gurbin: Oui, c'est dans ce sens-là; et il me fait plaisir de constater que ce n'est pas si simple que ça. Une autre question concerne les centrales au charbon. Si les États-Unis ne s'engageaient pas dans un programme de fusion pour accroître leurs ressources énergétiques, j'ai déjà entendu parler de 80 grandes cnetrales au charbon qu'ils avaient l'intention de mettre sur pied. Est-ce que c'est la solution? Ou y-t-il moyen de l'éviter par une politique de conservation qui écarterait à tout jamais la nécessité de recourir à de telles centrales? Nous sommes ici pour envisager des solutions de rechange en matière d'énergie, autant que tout autre chose. Si vous considérez la conservation comme une solution possible, comment peut-elle influencer votre choix en faveur de la construction d'une grande centrale de fusion ou pour la technologie du charbon?

[*Text*]

Mr. Emmett: First of all, let me make a philosophical observation. I do not know of any theory of economics that describes how society lives in a steady state without growth or without decay; consequently I think you are going to have growth for a long time to come.

I think, as my graphical information showed you, the world is at least going to double and maybe quadruple in population and you are going to have to provide that energy in some way. It also does not seem appropriate for those of us who live in places like Canada and the United States to ensure that the people of the Third World continue to live in poverty, while we live in this style. I think that problem can only be solved by bringing them up to a reasonable standard of living, rather than reducing the standard of living in the western world dramatically. I mean I do not think that is a politically stable thing to do. So, yes, you are going to go out and build those additional power plants; what country you build them in is only an issue, but you are going to have to go out and build them.

• 1710

In the United States today, I think that in the long-term sense we really only have two options, and those are coal and nuclear, to do it. We do not have the technology to do it with solar; we do not yet have the technology to do it with fusion; so I think it is coal and nuclear; and I think that in the short term, for us, while the nuclear debate is going on as is, that means coal.

I think they are going to be built. I do not think we can allow the economic stagnation of our society and protect what is important to us.

Mr. Gurbin: The solar scheme that you suggested was a very large system, as far as I can understand.

Mr. Emmett: Sir, I did not mean to imply one particular solar scheme: I only meant to imply that in a world of ten or twenty billion people, that when, in addition to the passive solar things like heating up homes and buildings and so forth, you have to provide the prime power which powers industry, you would require large collectors to collect enough energy on a continuing basis; and in my humble opinion, I do not think you build that over the best crop land in the country which also wants the sun. So I think you will be driven to collecting over the seas or possibly collecting in space or planning something like that. I do not know what it will evolve into. I do not mean to imply one solution or another.

Mr. Gurbin: I have some other questions, Mr. Chairman, but I could pass.

The Chairman: No, that is fine, Mr. Gurbin.

Mr. Gurbin: Okay.

The question of a data bank and how that is functioning: what is the reality of allowing Canadians to become involved in what has to be, because of size and technology, an American-based system that is developing? What is the reality about

[*Translation*]

M. Emmet: D'abord, laissez-moi faire une remarque d'ordre philosophique. Je ne connais aucune théorie économique de société stationnaire, c'est-à-dire sans croissance ou sans déclin. Par conséquent, je crois que la croissance est là pour durer longtemps encore.

D'après ce que montrait mon graphique, je crois que la population mondiale va au moins doubler, sinon quadrupler, et d'une façon ou d'une autre, il faudra fournir à cette population l'énergie dont elle aura besoin. D'autre part, ceux d'entre nous qui vivent dans des pays comme le Canada et les États-Unis ne peuvent pas accepter que le Tiers-Monde continue de vivre dans la pauvreté alors que nous vivons de cette façon. La seule solution à ce problème consiste à amener ces nations du Tiers-Monde à un niveau de vie raisonnable, au lieu de dire que nous allons réduire notre train de vie en Occident de façon radicale et dramatique. Je ne crois pas que ce serait politiquement sage pour la stabilité du monde. Donc, oui, nous allons construire ces centrales supplémentaires. La question est de savoir dans quel pays il faudra les construire, mais il faudra les construire.

Pour le moment aux États-Unis, je crois que nous n'avons vraiment que deux solutions à long terme: le charbon et le nucléaire. Nous n'avons pas la technologie requise pour le solaire, nous ne l'avons pas non plus pour la fusion; donc, je crois qu'il ne reste que le charbon et le nucléaire, et à court terme, je ne vois que le charbon, étant donné le débat autour du nucléaire.

Il faudra donc les construire. Je ne crois pas que nous puissions permettre la stagnation économique de notre société et négliger de protéger ce qui est important pour nous.

M. Gurbin: Le schéma solaire que vous avez proposé est un très grand système, en autant que je puisse le comprendre.

M. Emmett: Mon intention, monsieur, n'est pas de proposer un schéma solaire en particulier. Je voulais seulement laisser entendre que dans un monde de 10 ou 20 milliards d'habitants, quand, en plus des projets passifs du solaire comme le chauffage des maisons et des édifices, etc., vous devez fournir l'énergie primordiale qui fera marcher l'industrie; alors vous aurez besoin de grands collecteurs pour ramasser assez d'énergie de façon continuelle, et à mon humble avis, il ne faudrait pas construire ces centrales solaires sur nos meilleures terres cultivables à la campagne, car ces terres ont besoin de la lumière du soleil. Donc, je crois qu'il faudra aller chercher au-dessus des mers ou probablement dans l'espace ou quelque chose du genre. Je ne sais pas ce qu'il en sera dans la pratique. Je ne voulais pas avancer une solution plutôt qu'une autre.

M. Gurbin: J'ai d'autres questions, monsieur le président, mais je peux vous repasser la parole.

Le président: Non, c'est bien comme ça monsieur Gurbin.

M. Gurbin: D'accord.

La question d'une banque de données et comment elle pourra fonctionner. Comment est-il réellement possible de permettre aux Canadiens de participer à ce qui doit être, vu la taille et la technologie envisagée, un système purement améri-

[*Texte*]

accessing that date information? Does that really give us anything?

I mean, I do not think it is practical for me to expect that I can get something for nothing, and I know that I can contribute a limited amount, hopefully something; but what amount of flow of information could we realistically expect if we became involved?

Mr. Emmett: Well, there are a lot of ways to answer that, and maybe Dick would like to comment also, but usually the way information is transferred is by people working in it. You know, stuff is published in literature and books are written and so forth, but if you really want to understand what is going on, realtime, you have to be involved. You can transfer a principle by a paper but the way you transfer technology and things like that is by people being involved with people.

So it would seem to me that one of the major things that you ought to be considering is the participation of Canadian scientists in major projects in the United States but in a sufficiently enlightened way that they do not just defect to the United States after they have been there a year or so; and what that implies is that there is an ongoing program at home that they keep going back and touching base with, and bringing back the latest information, and so forth.

What is in it for us?—that is basically the question you asked. You know, another bright mind and another good pair of capable hands is always one of the most appreciated commodities in any program.

Mr. Post: Could I comment a little bit on that also, please?

The Chairman: Certainly.

Mr. Post: Another point to be raised here is that you have a special possibility, which I think you have already demonstrated in the past in Canada, of picking something, as John said, selective in which an innovative input, a new viewpoint, could have a major impact; and it just so happens that there are certain areas of fusion research which do not require one hundred million dollar facilities and yet the pay-off, in terms of scientific understanding which could lead to something extremely significant, is very large. So one of your choices might be to select one of these areas which could be identified by the people in the field; and if, say, Canada is going to become an expert in that area, Canada is going to become pre-eminent in that area, and if that area is, in fact, the one could become pre-eminent at a very low buy-in level.

Mr. Gurbin: How much time do we have to get into that area? You do not have a much better feeling for lead times and how the technology is advancing, do you?

Mr. Post: As far as the personnel are concerned—we were discussing this somewhat earlier with some of your people—I think it is our opinion that as far as being brought up to speed is concerned, a bright person can be brought up to speed, in terms of what is going on, in a matter of six months to a year.

[*Traduction*]

cain? Pourrons-nous vraiment y avoir accès? Et qu'est-ce que ça peut nous donner?

Je veux dire que pratiquement, on n'a rien pour rien. Je sais donc que je dois apporter ma contribution forcément limitée, mais quelque chose quand même. Partant de là, quel volume d'informations pouvons-nous, de façon réaliste, nous attendre à recevoir des États-Unis en retour de notre participation à cette banque?

M. Emmett: Évidemment, il y a beaucoup de réponses possibles à cette question, et peut-être que Dick voudrait donner son point de vue aussi, mais de façon générale, l'information se transmet au niveau de gens qui œuvrent dans le même domaine. Vous savez, ont peut écrire des livres et publier des articles, mais si vous voulez vraiment comprendre ce qui se passe quelque part, vous devez y être présent. On peut toujours communiquer un principe à travers un texte, mais la technologie et les choses du genre se communiquent par le contact qui existe entre les gens qui font le même travail.

Donc, il me semble qu'une chose importante que vous auriez intérêt à considérer, c'est la participation des chercheurs canadiens aux grands projets américains, mais une participation intelligente qui comprend plus que de venir passer un an ou deux aux États-Unis puis de rentrer chez soi. Cela suppose donc qu'il devrait avoir un projet concret au Canada et que les chercheurs des deux pays se communiquent continuellement leurs plus récentes découvertes.

Qu'est-ce qu'il y a là pour nous? C'est fondamentalement le sens de votre question, je crois. Je vous répondrai qu'un autre esprit brillant et une autre paire de mains habiles ont toujours été la contribution la plus appréciée dans n'importe quel domaine.

M. Post: Pourrais-je ajouter quelque chose, s.v.p.?

Le président: Je vous en prie, Monsieur Post.

M. Post: Un autre point à signaler ici, c'est que vous avez certaines possibilités que vous avez déjà montrées dans le passé au Canada. Comme le disait John, vous pouvez choisir un point bien précis où une contribution originale de votre part pourrait avoir un impact important. Or il se trouve justement qu'il existe certains secteurs de la recherche de fusion qui ne nécessitent pas des installations de $1 million, et les avantages qu'on pourrait en tirer pour la compréhension de certains phénomènes d'ordre physique sont extrêmement importants. Donc, vous pourriez choisir, par exemple, un de ces secteurs que les experts peuvent identifier, et si, disons, le Canada devenait un expert et un chef de file en ce domaine-là, nous aurions une contribution extrêmement importante à un coût très modeste.

M. Gurbin: Combien de temps nous faudra-t-il pour y arriver? Avez-vous une idée?

M. Post: En ce qui concerne le personnel, nous en discutions un peu plus tôt avec quelques-uns des vôtres. A notre avis, si c'est une question de temps de formation, une homme intelligent peut prendre de 6 mois à un an pour se familiariser avec une question. Mais, si l'on parle d'installations, eh bien, tout

[*Text*]

As far as your facilities are concerned, that depends on what your choices are; but again, we are talking about two or three years, I think, to do something significant.

Mr. Gurbin: But if we do not move now, would it mean that, about three years from now, we would be out of step with what is possible to become involved?

Mr. Post: Well, the options would be narrowed but I would not say that you would have lost.

Mr. Emmett: This is a very good time to get involved. Things are starting to crystallize a little bit. There are quite a number of opportunities in important areas that are not being aggressively pursued in the United States or other countries. There is a real opportunity right now, I think, to get involved, to pick up a piece of the problem and to contribute to it on an international scale, for a limited investment, and I think the time required for the individuals to come up to speed on the issues varies, as I say, from zero to one year at the most; it is not a long thing.

• 1715

But lest you have the wrong impression, allow me to say that, at least in our field of inertial confinement fusion research, the laser—plasma interaction physics that is being done at the NRC and a number of the universities in Canada is contributing, in a very real sense, real time to our program today. As a matter of fact, there was recently a very, very clever set of analysis and experiments that explained one of the phenomena that we had seen in our Shiva experiments but did not understand. So please do not think, at least in our field, that you are coming at this from zero. You certainly are not. Contributions have not been trivial thus far.

Mr. Gurbin: My last question, because I think we have some other people that may be able to ask some from a different point of view, is on radiation. Quantitatively, can you give us a feeling . . . We hear about the matter of emissions that we get from the kind of facilities we have in Canada and the amount of solar radiation that is emitted when you are, you know, sort of standing out with your clothes off, or going for an airplane ride from here to California, those kinds of comparisons. Can you give us a relativity factor? What are we really dealing with, with a fusion system?

Mr. Emmett: That is very difficult to quantity. It is very dependent on the design and the approach and how that design or approach is the problem, as Dick said. We think that the sort of inventory of radioactive materials in a power plant would be something between per cent and 10 per cent of that in a corresponding fusion plant.

But you know, that is not the right measure. If I can take a little time and be a little explanatory, I think I can maybe make you understand what is involved a little better. In a fusion power plant, the ash of burning uranium is highly radioactive, part of it for periods of time in the order of 100 years and part of it remains intensely radioactive for periods of

[*Translation*]

dépend des choix que vous aurez faits, mais encore une fois, il faut compter de deux à trois ans pour faire quelque chose de significatif.

M. Gurbin: Mais si on ne fait rien tout de suite, cela voudrait-il dire que dans trois ans d'ici nous serons incapables d'agir?

M. Post: Évidemment les possibilités seraient plus restreintes, mais je ne dirais pas que tout serait fini pour vous.

M. Emmett: C'est le temps idéal pour entreprendre quelque chose. Les choix commencent à se cristalliser un peu. Il reste encore beaucoup de questions importantes auxquelles nul ne s'est encore attaqué avec vigueur ni aux États-Unis, ni dans d'autres pays. C'est vraiment le temps, je crois, pour le Canada d'intervenir, de se choisir une question particulière pour y apporter sa contribution à un niveau international et sans qu'il en coûte trop cher, et je crois que le temps nécessaire à la formation d'un chercheur pour se tenir au courant dans certains secteurs varie de zéro à un an au plus. Ce n'est pas beaucoup.

Mais de peur de vous laisser une fausse impression, permettez-moi de dire, qu'au moins en ce qui concerne notre domaine de recherche en fusion par confinement inertiel, les études du CNR et de certaines universités canadiennes sur la physique de l'interaction d'un laser et du plasma constituent aujourd'hui une véritable contribution à notre programme. Par exemple, on peut signaler une série d'expériences et d'analyses très, très justes qui ont été réalisées récemment et qui nous ont permis de comprendre certains phénomènes que nous avions observés au cours de nos expériences de la Shiva et que nous n'avions pas compris alors. Donc, au moins en ce qui nous concerne, n'allez pas croire que vous partez de zéro. Certainement pas, et votre contribution n'a pas été insignifiante jusqu'à présent.

M. Gurbin: Ma dernière question, car je pense que d'autres peuvent avoir le goût d'en poser aussi sur d'autres aspects, portera sur la radiation. Quantitativement, pouvez-vous nous donner une idée? Nous entendons parler d'émissions que nous recevons du genre d'installations que nous avons au Canada et de la quantité de radiation solaire émise quand vous êtes, disons, exposé nu au soleil ou que vous prenez l'avion pour aller en Californie, ces genres de comparaisons-là. Pouvez-vous nous donner un point de comparaison? Qu'en est-il vraiment dans un système de fusion?

M. Emmett: C'est très difficile à quantifier. Cela dépend beaucoup de la technique et de l'approche adoptées et du genre de problèmes que l'on peut rencontrer à ce niveau-là, comme Dick le faisait remarquer. Nous croyons que la quantité de matériaux radioactif dans une centrale nucléaire pourrait être quelque chose de l'ordre de 1 à 10 p. 100 de ce que l'on peut trouver dans une centrale de fusion correspondante.

Mais vous savez, ce n'est pas la vraie mesure. Si je peux prendre quelques minutes pour expliquer davantage, je vais essayer de vous faire comprendre mieux ce qui se passe vraiment. Dans une centrale nucléaire, la cendre d'uranium chaude est hautement radioactive: une partie reste ainsi pendant une centaine d'années, et une autre partie demeure

[*Texte*]

time like 300,000 years. In addition to the ash of burning uranium, which has to be taken out continuously as the power plant burns, the neutrons coming out of the reaction make the structure of the power plant radioactive, the stainless steel, the concrete, so forth. That is fixed; it does not move around.

To compare that with the fusion situation, the ash of burning the fusion fuel is nonradioactive, at least, if we are talking about deuterium tritium it is nonradioactive, so you are not dealing with the continual production of intensely hot materials that stay hot for several hundred thousand years. But, the netrons that come out of the fusion reaction will run into the stainless steel and the concrete of the vessels and will make that radioactive.

Now, how does that compare as a problem? First of all, those materials typically have half-lives measured in a decade or two. So the analysis we have done so far indicates the following thing: When you close down a fusion power plant, you will let it sit for about five years to cool off, that is, the structure itself. You will then go in and cut it up and bury it for about 100 years and after 100 years you can bring it up and re-manufacture it into another power plant. So what we are talking about is dealing with something that is rather short lived in comparison with the fiosion situation.

Mr. Gurbin: Thank you very much.

The Chairman: Mr. MacBain, please.

Mr. MacBain: Thank you, Mr. Chairman.

Mr. Emmett, it seems to me that when you gave us the three major fuel options, you first wanted to make a point of the four billion people on earth now, and it looks like 10 or 20 billion in the not too distant future. I take it that one of the things we are to take from that suggestion is that the gain on the demande side from energy and from conservation will be wiped out, or worse than that, because of the demand from numbers in the world. Is that one of the points you are trying to make?

Mr. Emmett: Yes, sir, that is one of the very strong points I am trying to make. The increase in population will do that. If we just hold our standard of living constant and everybody else comes up to it, it will do that with a vengeance.

Mr. MacBain: I take it that you are not suggesting that that does not mean that conservation is not also important.

Mr. Emmett: It is terribly important as an interim strategy.

• 1720

Mr. MacBain: I was sure you would say that. When you say solar is one of the major field options, may I take it you are thinking of photovoltaics?

Mr. Emmett: I am not sure what I am thinking of, I just know that there is a very large energy source there. Can we do

[*Traduction*]

éminemment radioactive pendant des périodes pouvant aller jusqu'à 300,000 ans. En plus de la cendre d'uranium chaude que l'on doit constamment évacuer à mesure que la centrale brûle du combustible, les neutrons qui se dégagent de la réaction rendent la structure de la centrale—acier inoxydable, béton, etc—radioactive, à son tour. ça c'est fixe; ça ne varie pas.

Si l'on compare avec la fusion, la cendre du combustible de fusion n'est pas radioactive, au moins pour ce qui est du deutérium et du tritium, elle n'est pas radioactive. Donc, vous n'avez pas une production continuelle de matériaux très chauds et qui le restent pendant quelques centaines de milliers d'années. Cependant les neutrons qui se dégagent de la réaction de fusion peuvent entrer en contact avec l'acier inoxydable et le béton des parois pour les rendre radioactifs.

Maintenant, quel est le problème? D'abord, ces matériaux ont des demie-vies de une ou deux décennies. Donc, l'analyse que nous avons faite jusqu'ici montre ce qui suit: quand on ferme une centrale de fusion, il faut la laisser se refroidir pendant environ 5 ans; je veux dire la structure elle-même. Ensuite, on peut y pénétrer, la défaire, l'enterrer et la laisser en terre pendant 100 ans, après quoi on peut la remonter et refaire une autre centrale. En fait, la fusion utilise des matériaux qui ont une durée de vie plutôt courte comparativement à ceux de la fission.

M. Gurbin: Merci beaucoup.

Le président: Monsieur MacBaine, s.v.p.

M. MacBain: Merci, monsieur le président.

Monsieur Emmet, il me semble que quand vous parliez des trois grandes solutions possibles pour notre approvisionnement à long terme, vous pensiez d'abord à la population mondiale actuelle de 4 milliards d'habitants. Pourtant, il semble aussi qu'on passera à 10 ou 20 milliards dans un avenir qui n'est pas très éloigné. Partant de cette considération, je présume qu'on devrait retenir le point suivant, à savoir que toute l'économie d'énergie que nous aurions pu réaliser par un programme de conservation sera vite balayée, ou pire, avec l'accroissement prévu de la population du globe. Est-ce bien là un des points sur lequel vous vouliez attirer l'attention?

M. Emmett: Oui, Monsieur. C'est un des points très importants que je voulais souligner. C'est ce que fera l'accroissement de la population. Si nous gardons le niveau de vie que nous avons et si tout le monde y parvient, cette situation va se produire avec violence.

M. MacBain: Je présume que vous ne voulez nullement dire que la conservation n'a pas son importance.

M. Emmett: C'est terriblement important en tant que stratégie de transition.

M. MacBain: J'étais sûr que vous n'auriez pas répondu autrement. Quand vous parle du solaire comme d'une importante source d'énergie possible, dois-je comprendre que vous pensez au photovoltaïques?

M. Emmett: Je ne suis pas sûr de penser à quelque chose en particulier. Je sais seulement que le soleil est une énorme

[*Text*]

it with photovoltaics? Can we do it with large-scale collection in space and beaming down either sunlight to photovoltaics or beaming down microwaves to microwave receivers? Can we do it by the large-scale production of the seas, of biomass and the harvesting of that? I am not sure of what the total set of options are.

Mr. MacBain: Would you agree with me, Dr. Emmett, that photovoltaics, while a lot of us are pushing it whether on a small scale or a large scale, if you move large scale into photovoltaics, especially if you have them in satellites far away from the earth there are environmental problems possible there, too, from rays and we really do not know what the effect is yet. Is that correct?

Mr. Emmett: I think there is not an energy option I know that the total environmental impact has been quantified. All of them are going to entail some risk, there is not question about that.

Mr. MacBain: I want to leave time for our scientific community so I am going to try to be as brief as Dr. Gurbin. You did not give us hydrogen as a major fuel option in the three you gave us long term. May I take it that you go for the idea that hydrogen is a carrier and not a fuel? Is that the reason?

Mr. Emmett: Hydrogen has to be produced from something with energy; that is, it takes energy to go into something to make hydrogen come out. And so I was taking it one step before hydrogen and I put hydrogen on my Vu-graph of once you had an energy source then you could decide whether you wanted to use it to make hydrogen or other things.

Mr. MacBain: Is fusion a proper source to look at to make hydrogen?

Mr. Emmett: There are many ways you could do it; you could certainly do it by running cold plants, you could certainly do it with fusion, and you could probably do it with certain solar options, and so forth.

Let me explain that I am really not an expert on all the options of producing hydrogen, but it takes energy to produce hydrogen and what we are addressing is how you increase energy.

Mr. MacBain: Would you agree with me also that when we look at the hydrocarbon resources throughout the world that we should remember that they are the feedstock for our petrochemical industries.

Mr. Emmett: Yes, sir.

Mr. MacBain: One final question if can put it together. As a lawyer, you are way out of my field, but I am just trying to learn as we go along.

Mr. Emmett: You are doing fine.

Mr. MacBain: I have been interested in the carbon cycle. A certain member of the committee is also very interested in it and when we have lunch together he likes to go over it with me. Could I just get your feel on the carbon cycle and

[*Translation*]

source d'énergie. Pourrons-nous l'exploiter avec des photovoltaïques ou avec de grands collecteurs placés dans l'espace qui enverraient soit la lumière solaire à des photovoltaïques, soit des ondes courtes à des récepteurs d'ondes courtes? Pourrons-nous l'exploiter en recourant à l'immense production des mers et des matières biochimiques? Je ne sais vraiment pas ce que peut-être l'inventaire de nos possibilités.

M. MacBain: Qu'en pensez-vous Dr. Emmett? Il se trouve beaucoup de gens pour prôner le photovoltaïque à petite ou à grande échelle. Mais si l'on se lance dans le photovoltaïque à grande échelle, surtout si on les met dans des satellites loin de la terre, n'est-ce pas que, là aussi, nous pourrons faire face à des problèmes pour l'environnement à cause des rayons dont nous ne savons pas encore les effets?

M. Emmett: Il n'existe, à ma connaissance, aucune solution énergétique dont on ait mesuré toutes les conséquences pour notre environnement. Toutes comportent des risques; il ne fait aucun doute là-dessus.

M. MacBain: Je veux laisser du temps à nos hommes de science. Donc, je vais essayer d'être aussi bref que Dr. Gurbin. Vous ne nous avez pas présenté l'hydrogène comme un carburant possible à long terme. Dois-je comprendre que dans votre esprit l'hydrogène est un support et non un combustible? Est-ce la vraie raison?

M. Emmett: Il faut de l'énergie pour tirer l'hydrogène de quelque chose. Cela veut dire que nous avons besoin de l'énergie pour aller cherche l'hydrogène là où il est. Donc mon point de départ se situait avant l'obtention de l'hydrogène; je veux dire que vous devez d'abord avoir une source d'énergie avant de décider si vous allez l'utiliser pour faire de l'hydrogène ou autre chose.

M. MacBain: Est-ce qu'on peut envisager la fusion comme source d'énergie appropriée pour l'obtention de l'hydrogène?

M. Emmett: Il existe plusieurs façons d'y arriver: on peut sûrement y arriver avec des centrales froides, on peut le faire aussi avec la fusion, et on peut probablement y arriver avec certaines solutions du solaire, et ainsi de suite.

Laissez-moi vous dire que je ne suis pas un expert sur toutes les façons possibles d'obtenir de l'hydrogène, mais cela prende de l'énergie pour faire de l'hydrogène, et ce que nous cherchons ici, c'est des façons d'accroître nos ressources énergétiques.

M. MacBain: Donc seriez-vous d'accord avec moi, encore, si je dis que quand nous considérons les ressources d'hydrocarbures à travers le monde, nous devons nous rappeler qu'elles sont la matière première de notre industrie pétrochimique?

M. Emmett: Oui, monsieur.

M. MacBain: Une dernière question, si je peux arriver à la formuler. En effet, en tant qu'avocat, je suis loin de mon domaine, mais j'essaie juste d'apprendre quelque chose en vous écoutant.

M. Emmett: Vous vous débrouillez bien, je trouve.

M. MacBain: Je m'intéresse depuis quelque temps au cycle du carbone. Un autre membre du comité s'y intéresse aussi beaucoup, et quand nous dînons ensemble, nous aimons bien en discuter. Puis-je vous demander ce que vous pensez du cycle du

[*Texte*]

probably fuel cells, or is that too difficult or too far removed from what we are discussing?

Mr. Emmett: I am not exactly sure what you are asking me. Do you mean the carbon cycle of stars or are you talking about . . .

Mr. MacBain: I am thinking of it being a total energy picture; in other words, it keeps revolving.

Mr. Emmett: Oh, a terrestrial carbon cycle.

Mr. MacBain: Yes.

Mr. Emmett: Sir, I would really prefer not to discuss that issue because I am no expert on it. I think you could hear a lot of people who could give you a much more cogent explanation than I.

Mr. MacBain: Thank you. I just want to say, Mr. Chairman, how much I enjoyed this. I will not take any more time, because for people like myself who had the opportunity of meeting these gentlemen in San Francisco and asking them questions for hours and hours, I want to leave time for our Canadian scientific community who are here and who were kind enough to come this afternoon, so I have no more questions.

The Chairman: I think our project manager would like to get in on the action. Mr. Clay, do you have some questions?

Mr. D. N. Clay (Chief, Science and Technology Division, Library of Parliament): Thank you, Mr. Chairman. Both in the slides you showed and in a lot of the hardware that the committee saw in the U.S. laboratories it visited, they were certainly impressed by the scale, and you have also given an indication of the trend in the sizes of these fusion-power systems. It has also been stated by some others to the committee that fusion-power systems will necessarily be very large, on the order of several thousand megawatts electrical. Do you believe this is the case or do you feel that as the design of these systems evolves that there will actually be a much broader spectrum of power plant sizes evolve as there have been for fission reactors?

Mr. Post: If I could address that question. I tried to give some examples at the very end of my talk which illustrated—just in those two examples I gave there are a couple of extremes—a large tandem mirror system at 1,000 megawatts and a very small demonstration type system at a few megawatts; and further, which one of those particular options you would choose would be determined by some ultimates. But my point was that we are right now in the phase of determining the physics of those devices, and then we can properly describe the options we are going to have. It certainly is a possibility—and I think John would agree with me on this—in some of the magnetic fusion options, such as fuel reversal, one might end up with quite small systems. It is not intrinsic to fusion that it be thousand of megawatts. It is only intrinsic to certain approaches to fusion that because of their laws they end up being large devices.

[*Traduction*]

carbone, et peut-être aussi sur les piles à combustibles? Trouvez-vous ma question trop difficile ou hors de propos?

M. Emmett: Je ne suis pas sûr de vous avoir bien compris. Voulez-vous parler du cycle du carbone des étoiles, ou . . . ?

M. MacBain: Dans mon esprit, il s'agit d'une image énergétique globale: c'est toujours en mouvement.

M. Emmett: Oh, un cycle du carbone terrestre!

M. MacBain: Oui.

M. Emmett: Je préférerais vraiment ne pas parler de cette question, monsieur, parce que je ne m'y connais pas. Je pense que vous pouvez trouver beaucoup de gens capables de vous en parler avec plus de compétence que moi.

M. MacBain: Merci beaucoup. Je veux seulement dire, monsieur le président, comme j'ai apprécié cet échange. Je ne prendrai pas plus de temps, parce que j'ai déjà eu l'occasion de rencontrer ces messieurs à San Francisco et de leur poser des questins pendant des heures. Je veux donc laisser du temps à nos hommes de science, ici présents, qui ont eu la gentilesse d'accepter notre invitation. Donc, je n'ai plus rien à dire.

Le président: Je crois que notre directeur du projet aimerait passer à l'action, lui aussi. M. Clay, avez-vous quelques questions?

M. D. N. Clay (chef, Division des sciences et de la technologie, Bibliothèque du Parlement): Merci monsieur le président. Les diapositives que vous nous avez montrées et bon nombre d'installations que nous avons eu l'occasion de visiter dans vos laboratoires aux États-Unis nous ont beaucoup frappés par leur taille. Et vous nous avez parlé aussi de la tendance de ce côté-là pour les systèmes de fusion. D'autres ont aussi révélé aux membres du comité que les sytèmes de fusion seraient nécessairement très gros, de l'ordre de quelques milliers de mégawatts électriques. Croyez-vous que c'est le cas, ou bien êtes-vous d'avis qu'avec l'évolution de la technologie on assistera à un plus vaste éventail dans les grosseurs des réacteurs de fusion, comme ce fut le cas pour les réacteurs nucléaires?

M. Post: Puis-je répondre à cette question? Juste à la fin de mon exposé, j'ai essayé de vous apporter quelques exemples pour illustrer. Dans les deux exemples choisis, je vous ai montré deux cas extrêmes: un grand système à miroir en tandem de 1000 mégawatts et un très petit modèle de système de démonstration de quelques mégawatts. Et maintenant, laquelle de ces deux solutions faudrait-il retenir? Votre choix dépendra de quelques facteurs déterminants. Mais je faisais remarquer que notre préoccupation actuelle était d'étudier le comportement de ces réacteurs au niveau de la physique, ce n'est qu'après cette étape que nous pourrons parler des choix possibles en toute connaissance de cause. Il est certainement possible, et là-dessus, je crois que John est du même avis, que parmi les solutions étudiées pour la fusion magnétique, comme le renversement de combustible; on en arrive à de tout petits systèmes. La fusion elle-même n'exige pas en tant que telle des systèmes de milliers de mégawatts. C'est une simple question

[*Text*]

• 1725

Mr. Clay: In the discussion of the two basic approaches to the fusion reaction, magnetic confinement and inertial confinement and their variants, as individuals, do you hold any personal bets on which is going to be commercialized first, or do you see both systems ultimately . . .

Mr. Gurbin: They are betting both sides.

Mr. Emmett: I can only give you a very personal account, and it is I would be pleased to be responsible for either option. It is my personal opinion that in the eighties we will find all of them to be scientifically feasible. It is not *a priori* obvious to me right now which one I would rather try to commercialize.

Mr. MacBain: Could we get Dr. Post's opinion on that question?

Mr. Post: I would be very happy to give an opinion.

The Chairman: Mr. MacBain would like to have two opinions. He is a lawyer, you see.

Mr. Post: As a general remark, so you will understand precisely, I think our joint attitude, our advocacy, is for fusion, not for a particular approach. I would agree exactly that we should let the scientific results, to be determined in less than a decade, determine what is going to happen, what makes the most sense. It is entirely possible that, depending on circumstance, different things will make the most sense. So in certain situations one approach—for example, if it were possible to make the so-called fuel-reverse system, you might find out for reasons of speed and the demonstration of fusion and the benefits to be reaped from that in support for fusion, you build one of those, even though you find out afterwards you had better build something different to make it the most economical, for some reason.

All I would say is that the point is to achieve the feasibility of fusion as soon as possible, so we can examine what our options are. I do not want to say I think my approach, his approach, or some other approach is the one that is the best.

Mr. Clay: So you see room for several variants of fusion reactor systems ultimately being commercialized, as we have had several fission reactors . . .

Mr. Post: Absolutely.

Mr. Clay: . . . some, of course, being better than others.

One of the points you can enlighten me on, because I do not quite understand it, is in the Shiva system, if I remember correctly, you are firing a 30 terawatts laser for something like a billionth of a second, and I do not recall how often you were cycling that. Was it several minutes between shots?

Mr. Emmett: We shoot every several hours. The reason is the diagnostics we are using around the combustion chamber,

[*Translation*]

d'approche si les lois de certains systèmes étudiés nous amènent finalement à ces gros appareils.

M. Clay: Dans l'étude des principaux procédés de fusion, soit le confinement magnétique et le confinement inertiel, et de leurs variantes, est-ce que, vous personnellement, vous avez une idée de celui qui a des chances d'être commercialisé en premier, ou si, en fin de compte, vous trouver que les deux ont des chances égales?

M. Gurbin: On prend des paris des deux côtés.

M. Emmett: Si je peux vous donner une réponse tout à fait personnelle, je vous dirais que je serais heureux d'être responsable de n'importe lequel des deux programmes. Personnellement, je crois que les années 80 seront déterminantes pour démontrer que les deux sont scientifiquement possibles. Lequel des deux procédés voudrais-je commercialiser d'abord? Ce n'est pas encore évident pour moi.

M. MacBain: Pourrait-on avoir l'opinion de Dr Post aussi sur cette question?

M. Post: Avec plaisir, monsieur.

Le président: M. MacBain voudrait avoir deux opinions: c'est un avocat, vous voyez.

M. Post: Pour bien se comprendre, je commencerai par une remarque d'ordre général: tout ce que nous faisons et tout ce que nous disons visent le phénomène de la fusion et non un procédé en particulier. Je crois qu'il faudra laisser à la recherche scientifique le temps de livrer ses résultats dans un peu moins d'une dizaine d'années avant de savoir ce qui va se passer vraiment, ou ce qui sera la meilleure solution. Il est tout à fait possible que, compte tenu des circonstances, plusieurs choses nous apparaissent extrêmement sensées. S'il était possible, par exemple, de réaliser ce fameux renversement de combustible, on pourrait choisir d'en construire un pour de multiples raisons—la vitesse, la preuve que la fusion est réalisable et rentable—même si après coup, on estime qu'il serait mieux de construire autre chose qui soit économiquement plus profitable.

Je dis donc qu'il faut prouver le plus vite possible que la fusion est scientifiquement réalisable de sorte qu'on puisse se fixer sur les solutions qui s'offrent à nous. Je me garderai bien de dire qu'une méthode est la meilleure, que ce soit la mienne, ou celle d'un autre.

M. Clay: En fin de compte, on peut envisager la commercialisation de différents types de réacteurs de fusion comme cela s'est fait dans le cas des réacteurs de fission?

M. Post: Absolument.

M. Clay: Évidemment, ils ne seront pas tous d'égale valeur.

Un autre point sur lequel vous pouvez m'éclairer parce que je ne le comprends pas très bien, c'est que, si je me souviens bien, dans le système Shiva vous faites brûler un laser de 30 terawatts dans l'espace d'un milliardième de seconde, et je ne me rappelle pas à quel rythme l'opération devait se répéter. Était-ce quelques minutes?

M. Emmett: Nous «tirons» ainsi à plusieurs heures d'intervalle. La raison en est que la diagnose que nous utilisons

[*Texte*]

so to speak, to analyze what is going on, are so incredibly complex.

I think the question you are addressing is what kind of a laser is really relevant to the power plant situation.

Mr. Clay: You have to fire it rapidly enough to . . .

Mr. Emmett: Yes, because it has to fire once a second or five times a second or something like that.

We have a whole separate program at the laboratory which I did not have a chance to discuss today, where we are going out to develop an optimal type of laser for operating a power plant. It operates at high efficiency and at a high repetition rate. The Department of Energy has chosen the Lawrence Livermore National Laboratories as the lead laboratory in the United States to pursue the research and development in our own laboratory and contracting to other organizations throughout the country. This is an area where clever ideas are really needed, and an example of one of the areas we previously mentioned where the United States has no monopoly on a good, clever idea for the best kind of laser, an area where I think a Canadian contribution could be very substantial.

Mr. Clay: There are problems both with the glass lasers you are using now and with the CO_2 lasers Canada's strength lies in. Do you have any feeling yet for what type of laser will ultimately be used?

Mr. Emmett: Yes. Let me speak to that for just a minute. The glass laser was chosen simply because it is the most extremely flexible kind of laser you can build. You can change the pulse shape. You can change the pulse width. You can change the colour. It has every knob on it that a physicist wants to have when he is working on a very difficult problem. On the other hand, it is totally unsuited because of its efficiency and repetition rate to operating a reactor. We thought 10 years ago that the CO_2 laser might be quite an optimum choice for a reactor, and as a result Los Alamos committed their program very heavily in that direction. All of the answers are not in today, but it is beginning to look like it is going to be very, very difficult to make the CO_2 laser work in that context. I think the work that is being done in Canada and the work that is being done in Los Alamos will within the next two years define whether or not CO_2 lasers are viable or not.

• 1530

From what we know today, we want to get lasers in the green, blue or ultraviolet region of the spectrum. The most attractive lasers there today are lasers called the crypton fluoride laser and a laser called the argon fluoride laser. On the other hand, we find that these have certain marginal aspects to them which make it desirable, if we can, to create yet a better option. It is in this area of creating yet a better option where good ideas arise, and they arise from where they arise: they do not necessarily arise by doubling the Livermore budget in this area.

Mr. Clay: In some earlier remarks you mentioned that a thoriums-cycle CANDU system coupled with a fusion power

[*Traduction*]

autour de la chambre à combustion pour, disons, analyser ce qui se passe, est incroyablement compliquée.

Je crois que votre question voulait surtout savoir quelle sorte de laser convient vraiment à un réacteur de fusion.

M. Clay: Vous devez l'allumer assez rapidement pour . . .

M. Emmett: Oui, et il faut répéter l'opération au rythme de une à cinq fois par seconde ou quelque chose du genre.

Nous avons encore un programme complètement distinct à notre laboratoire; je n'ai pas eu l'occasion d'en parler aujourd'hui. Il s'agit de travailler à la création du laser le plus apte à assurer le fonctionnement d'un réacteur de fusion. Il doit être hautement efficace et d'un taux de répétition élevé. Le département de l'Énergie a choisi notre laboratoire de Lawrence Livermore comme laboratoire pilote aux États-Unis pour poursuivre la recherche et le développement dans notre propre laboratoire et pour donner des contrats à d'autres organismes d'un bout à l'autre du pays. C'est un domaine où nous avons vraiment besoin d'idées géniales, et c'est aussi un exemple de ces secteurs où, comme je le mentionnais au début, les États-Unis n'ont pas le monopole des bonnes idées intelligentes pour trouver le meilleur type de laser, un de ces secteurs où, je crois que le Canada peut apporter une importante contribution.

M. Clay: Nous avons toujours des problèmes tant avec les laser de verre que vous utilisez aujourd'hui qu'avec les laser CO_2 qui font la force du Canada. Avez-vous une idée du type de laser qui finira par s'imposer?

M. Emmett: Oui; laissez-moi vous en dire un mot. Nous avons choisi le laser de verre uniquement à cause de son extrême souplesse. Il nous permet de modifier la forme, la largeur et la couleur de la pulsation. Il possède toute la gamme des possibilités qu'un physicien aime avoir à sa disposition quand il s'attaque à un problème très difficile. D'un autre côté, vu son efficacité et son taux de répétition, il est tout à fait inadéquat pour faire fonctionner un réacteur. Voilà dix ans, nous pensions que le laser CO_2 pourrait être le choix idéal pour un réacteur, et le laboratoire de Los Alamos s'est engagé à fond dans cette direction pour son programme de fusion. Nous n'avons pas encore toutes les données, mais on commence à penser que ce sera très, très difficile de travailler avec le laser CO_2 dans ce contexte. Je crois que, dans deux ans d'ici, nous saurons, grâce aux recherches en cours ici même au Canada et à Los Alamos, si les laser CO_2 sont viables ou pas.

D'après nos connaissances actuelles, nous voulons avoir des laser dans la région verte, bleue ou ultraviolette du spectre. Les laser les plus fascinants que nous trouvons là aujourd'hui sont ceux qu'on appelle laser au fluorure de crypton et le laser au fluorure d'argon. D'un autre côté, à cause de certains caractères secondaires de ces laser, on sent le besoin de créer encore quelque chose de mieux, si possible. C'est un autre secteur dans lequel on attend des idées qui peuvent venir de n'importe où, mais qui ne viendront pas nécessairement en doublant le budget de Livermore.

M. Clay: Dans vos commentaires précédents, vous avez laissé entendre qu'un système CANDU au cycle thorium

[*Text*]

system looked like a very appealing option. Can you expand on that?

Mr. Emmett: One of the things I mentioned is that, of course, it is possible to use a fusion energy source to breed fissile fuel, and the reactor design in the world that makes the best utilization of fissile fuel is the CANDU reactor. One of the things we had studied as paper studies at our laboratory and at others in the United States is to make a fusion reactor that would have a thorium blanket around it breeding uranium 233 to be burned in a CANDU-type reactor, and we found that a single fusion fuel producer could fuel between 30 and 40 CANDU reactors of a similar size, and so it looked like a very, very attractive synergistic combination of a fusion core, a thorium blanket as a fuel producer for a CANDU situation. As a matter of fact, the CANDU situation is 1.5 to 2 times more optimal in that lash-up with fusion than a conventional outrider reactor.

Mr. Clay: So the hybrid fusion fision system in that sense can look very attractive.

Mr. Emmett: Yes it is.

Mr. Clay: One last question relating to the subject of metal air batteries. I noticed in that graph you showed you were looking at a power train being developed towards the end of that battery sequence. I was just wondering how the performance characteristics of that car would be, relative to the present-day automobile.

Mr. Emmett: What we were trying to do is to set a goal of designing two automobiles completely. One is the Volkswagon Rabbitt operating diesel and which has the acceleration characteristics and motoring characteristics of that automobile operating with a diesel engine. The second automobile was the General Motors X-class car which has more horsepower and therefore more acceleration than a diesel. What we are designing to do is reproduce those characteristics close to exactly. Of course, there are many other things you could pick. To be almost jocular, you could pick a Cadillac hearse if you wanted to and try to match that characteristic, or something. But we are trying to match the characteristics of a typical fuel-efficient automobile, and we do think it is possible to match that characteristic very directly. Does that answer your question?

Mr. Clay: Your goal is to design a car which in terms of performance and range so closely matches today's automobile that the consumer will buy it.

Mr. Emmett: Yes. If a person is not going to walk into the showroom and buy one of those things, all the technology development that went behind it is pretty worthless.

Mr. Clay: Have you made any preliminary estimates regarding the cost of such systems and how they compare with the current automobile?

[*Translation*]

combiné à un système de fusion pourrait être une solution très attrayante. Pouvez-vous nous en dire plus là-dessus, s.v.p.?

M. Emmett: Une chose que j'ai dite, c'est qu'il est évidemment possible d'utiliser une source d'énergie de fusion pour générer du combustible fissible et que le type de réacteur actuellement dans le monde qui fait le meilleur usage du combustible fissible, c'est le réacteur CANDU. Un de nos projets à l'étude à notre laboratoire et ailleurs aux États-Unis, c'est de réaliser un réacteur de fusion qui serait recouvert d'une couche de thorium produisant de l'Uranium 233 que l'on ferait brûler dans un réacteur de type CANDU. Nous avons trouvé qu'un seul producteur de combustible de fusion peut alimenter en combustible de 30 à 40 réacteurs CANDU d'égale grosseur, et cela nous est apparu comme étant une combinaison synergique très très intéressante pour former le cœur d'un réacteur de fusion: une couche de thorium pour produire le combustible nécessaire à l'alimentation d'un CANDU. En fait, dans le cas du CANDU, cette combinaison avec un système de fusion nous donne un rendement de 1,5 à 2 fois supérieur à celui d'un réacteur traditionnel.

M. Clay: Donc, ce système hybride fusion-fission peut sembler très attirant, en un sens?

M. Emmett: Oui.

M. Clay: Une dernière question qui concerne les batteries métal-air. Dans la photo que vous nous avez montrée, j'ai remarqué que vous regardiez un train de puissance qui se développait vers la fin de cette batterie. je me demandais alors ce que pouvait être le rendement de cette automobile comparativement aux véhicules d'aujourd'hui.

M. Emmett: Ce que nous avons essayé de faire, c'était de trouver une façon de dessiner deux automobiles complètement. L'une est la Rabbit-diesel de VolkWagen avec les mêmes caractéristiques en fait d'accélération et de fonctionnement automobile qu'un moteur diesel. L'autre auto était un modèle GM plus puissant et donc avec une meilleure accélération qu'un moteur diesel. Ce que nous essayons de faire, c'est de reproduire ces caractéristiques le plus exactement possible. Évidemment, vous pouvez prendre beaucoup d'autres choses. Vous pourriez même, pour rire, prendre un corbillard Cadillac si vous le vouliez, et essayez de reconstituer cette caractéristique particulière. Mais ce que nous essayons de faire, c'est de retrouver les mêmes caractéristiques d'une automobile typique fonctionnant à l'essence et nous pensons qu'il est sûrement possible de reproduire directement une telle caractéristique. Est-ce que cela répond à votre question?

M. Clay: Votre but est de concevoir une automobile qui, en matière de performance et de ligne, serait à ce point semblable à l'automobile d'aujourd'hui que le consommateur n'hésiterait pas à l'acheter.

M. Emmett: En effet. Car si nous construisons des autos dont personne ne veut, tout le développement technologique qui aura permis d'en arriver là serait complètement inutile.

M. Clay: Avez-vous évalué un peu le coût d'un tel système comparativement à celui des automobiles actuelles?

[*Texte*]

Mr. Emmett: Yes, there are preliminary estimates on that. Admittedly, these are scientists and engineers projecting the answer rather than the people in Detroit projecting the answer, so you have to take it with a grain of salt, but it looks like the price of the automobile is about the same.

If the United States was to start in 1990 and introduce a million of these automobiles a year, it would require us to increase our electrical production capability in the United States by only two-tenths of 1 per cent a year, and it would require our aluminum production capability to increase by 5 percent a year. So, even at the introduction rate of one million automobiles a year, the impact on the industrial infrastructure is not profound. That is another reason they look so attractive.

Le président: Monsieur Portelance.

M. Portelance: Monsieur le président, je demanderais à M. Post et à son collègue, peut-être, de porter l'appareil de traduction pour entendre ma question en anglais.

Avant de passer à ma question, je voudrais poser une question supplémentaire concernant ce que disait M. Clay. On a vu vos batteries que vous nous présentiez tout à l'heure. Dans le cas du Canada, par exemple, où on a un climat qui est peut-être un peu différent du climat à beaucoup d'endroits aux États-Unis, on a des températures qui varient d'un degré assez bas en bas de zéro à plus de zéro, est-ce que vos batteries sont aussi efficaces que dans un climat comme celui qui prévaut chez-vous?

Mr. Emmett: No, sir, not substantially. The battery runs hot in its normal operation, substantially above normal atmospheric temperatures. The heat is created by the battery itself. Because of the nature of the liquid in the battery it will not freeze until you go to extremely low temperatures—I think about 60 degrees below zero.

Mr. Portelance: Once you reach that there may be problems, but we do not have that every day either, do we.

Mr. Emmett: I will get that number and give it to you correctly, but I think it is either 40 or 60 degrees below zero where that electrolyte would freeze.

Mr. Gurbin: If that did freeze, would it ruin the battery?

Mr. Emmett: It would depend on how the battery was designed. I am sitting here engineering on the spot, of course. If you were going to use this in the Yukon, for example, it would be easy to conceive of a situation where, when you left your car, you pressed a button and all of the fluid drained into a holding tank where it could freeze and when you wanted to use your car you would press the button and there would be enough heat from an auxiliary battery to melt it and put it back into the battery or something like that. I do not know but I do not think you would find that would be a dominant issue.

Mr. Portelance: And it is too early yet to know what would be the cost or approximately the cost of a battery of that kind.

Mr. Emmett: Sir we have some cost estimates and the cost estimate indicates that the cost of the battery and the electric

[*Traduction*]

M. Emmett: Oui, nous avons plusieurs évaluations de ce côté-là. Évidemment, ces estimations émanent d'ingénieurs et de scientifiques et non des gens de Detroit, il faudra donc les prendre avec un grain de sel. Mais il semble que le prix serait à peu près le même.

Si les États-Unis devaient commencer dès 1990 à introduire un million de ces autos sur le marché annuellement, il leur faudrait augmenter leur potentiel électrique de seulement 0,2 p. 100, par année, et leur production d'aluminium de 5 p. 100 annuellement. Donc, même avec un taux de production de 1 million d'automobiles par année, l'impact sur l'infrastructure industrielle ne sera pas retentissant. C'est une autre raison du grand intérêt qu'on leur porte.

The Chairman: Mr. Portelance.

Mr. Portelance: Mr. Chairman, I would request Mr. Post and his colleague to wear their translation set so that they can hear my question in English.

Before getting to my questions I'd like to ask a supplementary regarding what Mr. Clay said. You have showed us some batteries. In the case of Canada, where the climate is different of that in many parts of the United States, temperatures may vary from very cold to quite warm. Would your batteries be as efficient here as they are in your climate?

M. Emmett: Non, pas vraiment. La batterie se réchauffe en condition normale de fonctionnement pour atteindre des températures de beaucoup supérieures aux conditions atmosphériques ordinaires. La batterie produit sa propre chaleur; quant au liquide qui s'y trouve, sa constitution fait qu'il ne gèlera pas à moins d'atteindre des températures de l'ordre de -60°, je crois.

M. Portelance: Une fois qu'on atteint de telles températures, on pourrait avoir des problèmes, mais ça ne se présente pas tous les jours, évidemment.

M. Emmett: J'essaierai de vous trouver le chiffre exact, mais je crois qu'il se situe entre -40 et -60 degrés avant de provoquer le gel de l'électrolyte.

M. Gurbin: En cas de gel de cet électrolyte, est-ce que la batterie sera une perte totale?

M. Emmett: Cela dépendra du genre de batterie qu'on aura. Je parle comme si j'étais ingénieur, évidemment. Si vous deviez vous en servir dans le Yukon, par exemple, il serait facile de concevoir une situation où, en quittant la voiture, vous pressez sur un bouton pour envoyer le liquide dans un réservoir où il pourrait geler, et en reprenant votre voiture, vous pressez encore sur un bouton pour mettre en marche une batterie auxiliaire qui produirait assez de chaleur pour faire dégeler le liquide et le ramener dans sa batterie. Je n'ai pas l'impression que cela représente un gros problème.

M. Portelance: Et c'est encore trop tôt pour savoir ce que serait le coût approximatif d'une batterie du genre?

M. Emmett: Nous avons certaines estimations qui laissent croire que le coût de la batterie, plus le moteur électrique et

[*Text*]

motor and its control system and the power train that goes from the motor to the transmission that drives the car would be approximately equivalent to the cost of the equivalent equipment in internal combustion engine driven cars, that is the engine, transmission and so forth. On of the constraints in doing the design is to try to ensure that; the design goal is to ensure that.

Mr. Portelance: The lifetime of the battery: there is no problem. As long as you change the plates like you showed there, they would last for the length of the time the car would last?

Mr. Emmett: Candidly, sir, we have no idea of what the maintenance situation is going to be. We believe that such a device can be designed to be really a very, very low maintenance device but until we build quite a number of them and operate them under all sorts of different conditions I do not think we can really give you an honest answer to that question.

Mr. Portelance: How long do we have to wait until this is about ready to be used?

Mr. Emmett: Well if you are going to wait on the United States to develop it, it might be quite some time.

Mr. Portelance: How many years?

Mr. Emmett: The way we look at it, the first possible introduction is around 1990.

Mr. Portelance: Another 10 years. Monsieur le président, j'ai quelques questions encore à poser. Enfin, dernièrement, on a eu quand même des personnes, des recherchistes scientifiques canadiens, qui sont venues devant nous et qui nous ont parlé de l'importance du fait qu'ils puissent participer aux trauvaux dans ce domaine de la fusion. Et un de leurs buts était de permettre un progrmme de recherche. Une personne en particulier disait que, premièrement, ce serait d'atteindre à long terme l'autosuffisance en matière énergétique dans notre pays tout en ayant la possibilité de recourir à une nouvelle source d'énergie provenant d'un carburant très facile à obtenir et pratiquement inépuisable.

• 1740

Quel est ce carburant qui serait inépuisable?

Mr. Post: I think, from what I understood, your question concerns the inquiries of Canadian scientists about becoming involved in fusion, and the purposes for becoming involved in fusion in order to make Canada energy self-sufficient for fusion at some future date. Your specific question that I heard was, what was the fuel that they were talking about? They were talking about fusion fuel, such as heavy hydrogen, something which Canada already produces in large quantity for its CANDU systems. Fuel is not an issue, as I tried to indicate, for fusion. It is universally available and at nearly zero cost. The issue is how to explore the use of this fuel, not how to obtain the fuel. The fuel would be universally obtainable and at essentially zero cost. Does that answer your question?

Mr. Portelance: Yes, thank you.

Vous avez aussi mentionné durant votre exposé en parlant de la France, par exemple, d'un budget d'environ cent millions de francs par année que l'on consacre à la recherche pour la

[*Translation*]

son système de contrôle, plus le train de puissance qui part du moteur à la transmission pour faire marcher l'auto serait approximativement l'équivalent du coût de l'équipement des autos à combustion interne du moteur, c'est-à-dire, moteur, transmission et autres. Une de nos contraintes, au départ, c'était justement de respecter ces conditions-là.

M. Portelance: Pour ce qui est de la durée de vie de la batterie, il n'y a pas de problème. Tant que l'on change les plaques que vous avez montrées, elles peuvent durer toute la vie de l'auto?

M. Emmett: Nous n'avons aucune idée de la façon d'assurer l'entretien des autos dans ce temps-là. Bien naïvement, peut-être, nous croyons qu'il est possible de construire un engin qui ne nécessitera que très peu d'entretien. Mais tant que nous n'en aurons pas construit en grand nombre pour en faire l'essai dans toutes les conditions possibles, je ne crois pas qu'on puisse honnêtement répondre à votre question.

M. Portelance: Combien de temps faudra-t-il attendre avant que ce soit prêt à être utilisé?

M. Emmett: Évidemment si on attend après les États-Unis, cela peut prendre beaucoup de temps encore.

M. Portelance: Combien d'années?

M. Emmett: D'après nous, les premiers modèles pourraient paraître vers 1990.

M. Portelance: Encore 10 ans. Mr. Chairman, I have some more questions to ask. Lately we had some Canadian scientists appear before us, who stressed the importance of being able to take part in research on fusion. One of their goals was to get a research program set up. One of them particularly said that, first, this would give us self-sufficiency in this country in the long run, while at the same time providing us with a new energy source coming from a readily available and undepletable fuel.

What is this undepletable fuel?

M. Post: Si j'ai bien compris, votre question concerne le mode de participation des scientifiques canadiens au programme de fusion pour qu'un jour, le Canada jouisse de l'autosuffisance dans ce domaine. Votre question précise, telle que je l'ai comprise, était de savoir de quel carburant nous parlions. Eh bien, nous avons parlé d'un combustible de fusion comme l'hydrogène lourd, quelque chose que le Canada produit déjà en grande quantité pour ses réacteurs CANDU. Le combustible n'est pas un problème pour la fusion comme j'ai essayé de l'expliquer. Il est vraisemblablement disponible partout et à un coût presque nul. La question est de savoir comment utiliser, et non comment obtenir, ce carburant. Car le combustible lui-même, on le trouverait partout et pratiquement pour rien. Est-ce que cela répond à votre question?

M. Portelance: Oui, merci.

You have also mentioned in your remarks that France, for example, spends 100 million Francs a year on fusion research. Is it 100 million Francs or 100 million dollars?

[*Texte*]

fusion. S'agit-il de cent millions de francs ou d'environ cent millions de dollars par année?

Mr. Emmett: I said the number for inertial fusion research was 60 million to 100 million francs a year. I am not exactly sure of the number. In various years it is between those two numbers.

Mr. Portelance: Did you say francs or dollars?

Mr. Emmett: Francs.

Mr. Portelance: Francs—which is different. Fine.

Mr. Emmett: I said francs and I meant francs.

Mr. Portelance: Yes, I know—francs are different from dollars. Parce que l'interprète me dit des dollars, c'est cela qui mêle les choses. Présentement, on sait que les Américains investissent énormément, il s'agit de budgets si considérables qu'ici il est impensable d'atteindre les mêmes montants. Est-ce que l'entreprise privée aussi aide aux recherches chez vous?

Mr. Emmett: Let us see. First of all, with regard to your comment about the impossibility of Canada's structuring an effort that large, yes, I would agree. I think the gross national product of Canada is maybe 10 per cent of that of the United States, approximately, therefore, I would expect an equivalent commitment would be 10 per cent of the level of that of the United States, which would be in the order of $50 million.

With regard to the participation of the private sector in the United States, the private sector is, I think, encouraging us very strongly. They are committed at a fairly minimal level. Most of the private sector organizations that are working in fusion research in the United States are, indeed, funded by the government to do so, in major part. There are companies that are also putting their own money into it, but I think it will be another five or seven years before we will demonstrate the scientific work necessary to get substantial contributions, by industry into the development of such systems.

You have to understand that the development of a fusion power system is an expense large enough that probably the only individual corporations that could even field that kind of expense are the largest oil companies in the world.

Mr. Portelance: You have not seen them yet?

Mr. Emmett: Only to a very limited degree. For example, the Exxon corporation is involved with supporting the effort at the University of Rochester, I think at the level of $1 million, plus or minus a factor of two, per year.

Mr. Portelance: Thank you, Mr. Chairman.

Le président: Vous pourrez revenir plus tard, monsieur Portelance, si vous avez d'autres questions.

• 1745

Gentlemen of the committee, I would like to draw your attention to the fact that we have a request from two scientists from the National Research Council who would be very interested in asking a couple of questions, but I need your permission for this. Is that be agreed?

Some hon. Members: Agreed.

[*Traduction*]

M. Emmett: J'ai dit que le budget consacré à la fusion inertielle était de soixante à cent millions de francs par année. Je ne suis pas sûr du chiffre exact, mais cela varie entre ces deux chiffres avec les années.

M. Portelance: Avez-vous dit francs ou dollars?

M. Emmett: Francs.

M. Portelance: Francs! Ça fait toute une différence.

M. Emmett: J'ai bien dit francs.

M. Portelance: Oui, c'est bien, j'ai compris; we know that Americans presently invest tremendous amounts, budgets so enourmous that it would be unthinkable to achieve the same here. Do you also have some private business involvement in this research?

M. Emmett: Voyons: d'abord à propos de votre remarque sur l'impossibilité pour le Canada d'avoir un budget de recherche égal à celui des États-Unis dans ce domaine, je suis pleinement d'accord avec vous. Je crois que le PNB du Canada représente 10 p.c. de celui des États-Unis, environ. Par conséquent je comprendrais un efort proportionnel qui serait de l'ordre de 10 p.c. de celui des États-Unis, c'est-à-dire environ 50 millions.

Pour ce qui est de la participation du secteur privé, je peux dire que l'industrie nous encourage fortement. Sa participation se situe à un niveau relativement bas. Évidemment la pluart des organismes privés engagés dans la recherche pour la fusion aux États-Unis, ont été créés dans ce but par le gouvernement. Il y a aussi des compagnies qui investissement leur propre argent là-dedans. Toutefois, je crois qu'il faudrai encore de 5 à 7 ans avant des résultats scientifiques de nos recherches amènent les industries à s'impliquer vraiment dans les systèmes pour y apporter une précieuse contribution monétaire.

Vous devez comprendre que l'implantation d'un système de fusion représente un investissement tellement important que seules les grandes compagnies pétrolières en tant qu'entreprises privées, peuvent l'assumer.

M. Portelance: Et vous ne les avez pas vues encore . . .

M. Emmett: A peine. L'Exxon, par exemple, participe à sa façon en apportant une aide à l'Université de Rochester. Je crois que sa contribution monte à un ou deux millions de dollars par année.

M. Portelance: Merci, monsieur le président.

The Chairman: I'll come back to you later, Mr. Portelance, if you have any more questions.

J'aimerais attirer l'attention des membres du Comité sur le fait que nous avons reçu la demande de deux chercheurs du CNR qui seraient intéressés à poser quelques questions aussi. Il me faut votre permission pour les y autoriser. Êtes-vous d'accord?

Des voix: D'accord.

[*Text*]

The Chairman: Therefore, I call on Dr. Terry Brown and Dr. Paul Redhead.

Mr. Terry Brown (National Research Council): I would like to pose a question to Dr. Post. You mentioned earlier that you felt Canada possibly had some leverage at the present time, and I wonder if you would care to expand on how you would see that in more detail. What kind of advantages, if any, might Canada have? Is it related, as I suspect it might be, to our nuclear industry in any way? Is it a neutron source, for example, in terms of a symbiotic system? In particular, in that regard, have you done any work at all in the United States in comparing alternative neutron sources, for example, to fusion.

• 1745

Mr. Post: Yes. Maybe there are three areas where I would say that Canada could in principle, have sustantial leverage. One of there not the one you addressed, would be in this area of picking some particular scientific approach which can be investigated at relatively small scale, but happens to be in a very, if I can use the word, pregnant state, that is a state of really becoming something important-scientifically, but leverage at that point could be substantial.

The second area would be in carrying out at a greater level than we are now doing—systems studies of a fusion system based on various concepts of what might be done, so that you had a lead in scoping out the engineering problems of a fusion system.

The third one is the one you mentioned, which is to look at specifically what advantage it might be to your CANDU system; to look on a fusion system with a symbiotic relationship to it and study it as a specific first application of fusion technology to a clearly perceived, if it because clearly perceived, economic goal. In this case you have a strong motivation to do that because your system is particularly, as John said, well suited to that, so you could make an impact on that area.

I would like to say something that has not yet been said, which I think is worth saying at this point. If physics requirements for achieving satisfactory generation of neutrons for that purpose are far less severe than the physics requirements of making a stand-alone fusion system, so that at an earlier time in the fusion history one could consider seriously the design of such system if it were indicated from other consideration such as economic, political and so forth, that it was a good thing to do. Does that help to answer you question?

The Chairman: Dr. Redhead, please.

Mr. Paul Redhead (National Research Council): I would just like to comment and then ask a question. As a result of the CANDU system in Canada, we have a fair quantity of tritium on hand. To what extent is this source of tritium on hand. To what extent is this source of tritium valuable or otherwise to the U.S. fusion program?

Mr. Emmett: That is a little difficult to answer. The amount of tritium I understand that will be available in Canada in the

[*Translation*]

Le président: M. Terry Brown et M. Paul Redhead, s.v.p.

M. Terry Brown (du Conseil national des recherches): Ma question s'adresse à M. Post. Vous avez dit tout à l'heure, qu'à votre avis, le Canada était bien placé actuellement. Puis-je vous demander d'expliquer en détail comment vous voyez cette position du Canada? Quels sortes d'avantages le Canada vous semble-t-il avoir, si tant est qu'on puisse parler d'avantages. Sont-ils en rapport avec notre industrie nucléaire, comme je suppose que ce pourrait être le cas? Pensez-vous à une source de neutron, par exemple, en relation avec un système symbiotique? En particulier, à ce propos, avez-vous certaines recherches aux États-Unis qui consisteraient à comparer d'autres sources de neutron à la fusion par exemple?

M. Post: Oui. Je vois trois domaines où je dirais que le Canada, en principe, occupe une position avantageuse. L'un d'eux, et non celui auquel vous faites allusion, consisterait pour le Canada à se choisir une question scientifique bien précise qui pourrait être étudiée à très peu de frais. Ce pourrait être une de ces questions très importantes pour la communauté scientifique mais dont l'état n'est pas suffisamment avancé. L'influence du Canada à ce niveau pourrait être très importante.

Le second domaine pourrait être de réaliser à une plus grande échelle que ce que nous faisons actuellement des études de systèmes pour la fusion dans le cadre des hypothèses actuellement à l'étude. Vous seriez ainsi les premiers à découvrir les problèmes techniques d'un système de fusion.

Le troisième est celui que vous avez mentionné: il consisterait à étudier de façon précise les avantages qui pourraient en résulter pour votre système CANDU s'il était couplé avec un système de fusion pour analyser de près une première application de la technologie de fusion dans un but économique nettement avoué. Dans ce cas, vous avez toutes les raisons d'agir, parce que, comme le disait John, votre système est particulièrement bien approprié à ce genre d'expérience. Vous pourriez ainsi avoir un impact considérable dans ce domaine.

J'aimerais ajouter quelque chose qui n'a pas été dit jusqu'ici et que j'estime utile à ce state-ci. Étant donné que la fusion est tellement plus difficile à réaliser que la génération de neutrons, on pourrait, dans un premier temps, sérieusement envisager la possibilité d'un tel système couplé s'il était conseillé pour des raisons d'ordre économique, politique ou autre. Est-ce que cela répond à votre question?

Le président: Dr. Redhead, s.v.p.

M. Paul Redhead (Conseil national des recherches): J'aimerais juste faire quelques remarques puis poser une question. Grâce au système CANDU au Canada, nous avons une quantité appréciable de tritium à portée de la main. Dans quelle mesure cette source de tritium pourrait-elle servir au programme américain de fusion?

M. Emmett: C'est un peu difficile à répondre. La quantité de tritium qui, d'après ce que je comprends, serait disponible au

[*Texte*]

mid to late eighties is truly a prodigious amount and of incredible dollar value, given the price of tritium.

In that period of time it is going to be necessary in many fusion research programs to get really deeply involved in studying the whole tritium handling, tritium recovery, fusion through metals, all of the sorts of materials and tritium-related issues, and I rather expect the availability of that material is going to be quite an asset should you choose to work in that area in Canada. I suspect that the availability of that material would not just be of interest to programs in the United States—as you know, the United States does have a fairly large tritium production capability in its nuclear weapon complex—but also would be to the other major fusion programs throughout the world where there is no tritium production capability.

Mr. Redhead: Thank you, Mr. Chairman.

The Chairman: Thank you. Avez-vous une question supplémentaire, monsieur Portelance?

M. Portelance: Oui, monsieur le président.

Je sais que vous parlez de l'intérêt concernant le Candu en vue de la fusion. Une de nos provinces, aussi, le Québec, a beaucoup d'électricité et il y a l'Hydro-Québec là qui semble bien intéressé à la recherche dont vous parlez. On parle même de la construction d'un prototype de Tokamak, peut-être un modèle réduit. Est-ce que les gens de l'Hydro-Québec ou d'ailleurs sont entrés en communication avec vous?

Mr. Post: We have had contacts of a scientific type for some years with people from Hydro Quebec in connection with experiments that were similar—the ones that they proposed to do and the ones we were doing at Livermore. This was in an earlier phase.

This most recent phase of their proposal for Tokamak was something that was new to me fairly recently and I do not think I know enough about it to comment on the technical details of it; but it appears that they have made a specific proposal which could well be a useful thing to do. I do not think that I know enough about it to comment at this point, but as far as scientific contact is concerned, we happen to have had a good relationship with those people over the years because of the other areas they were earlier working on; so I would hope that this would continue.

Mr. Portelance: Thank you.

The Chairman: Mr. Corbett has been waiting patiently. I am sorry I overlooked you, Mr. Corbett.

Mr. Corbett: No problem, Mr. Chairman; I only have one question. Most of the other aspects of the matter have been dealt with by my colleagues.

As has been pointed out, the technologies that are involved here are pretty well confined to two areas: defence and the socio-ecological aspect of society; they are interrelated. The dilemma that I suppose we would find ourselves in, as Canadians, contributing to a program of research and development

[*Traduction*]

Canada vers le milieu ou à la fin des années 80 sera vraiment prodigieuse et d'une valeur monétaire incroyable, étant donné le prix du tritium.

A ce moment-là, beaucoup de programmes de recherche pour la fusion s'occuperont activement des questions de manipulation et de récupération du tritium, de fusion avec d'autres métaux, de toutes les sortes de matériaux et de toutes les possibilités du tritium. Je serais porté à croire que la grande disponibilité de ce matériau représentera tout un capital pour le Canada, si jamais vous décidez de travailler dans ce domaine. Je suppose que la disponibilité de ce matériau n'intéressera pas seulement les Américains qui, comme vous le savez, ont aussi une bonne capacité de production de tritium dans leurs usines d'armement nucléaire; cependant tous les autres pays qui n'ont pas de capacité de production dans ce domaine devront sûrement s'intéresser à la production canadienne pour leurs programmes de fusion.

M. Redhead: Merci, monsieur le président.

Le président: Merci. Do you have another supplementary Mr. Portelance?

Mr. Portelance: Yes, Mr. Chairman.

You mentioned the value of the CANDU reactor for fusion research. One of our provinces, Quebec, also has lots of hydro power and Hydro-Quebec seems interested in the kind of research you are talking about. There is even talk of constructing a prototype in Tokomak, maybe a small scale model. Did you have enquiries from Hydro-Quebec or anybody else on that?

M. Post: Nous avons eu des contacts d'ordre scientifique pendant quelques années avec des gens d'Hydro-Québec à propos de certaines expériences similaires—celles qu'ils se proposaient de mener et celles que nous faisions en ce temps-là à Livermore . . .

Quand à cette nouvelle phase de leur projet d'un Tokamak, elle était quelque chose de nouveau pour moi jusqu'à tout récemment, et je ne crois pas en savoir assez là-dessus pour vous donner des détails techniques. Cependant, ils semble qu'ils ont présenté un projet bien précis qui pourrait s'avérer fort utile. je n'en sais vraiment pas assez pour commenter davantage à ce moment-ci, mais si l'on parle de contact d'ordre scientifique, il nous est déjà arrivé d'avoir de bons rapports avec ces gens pendant des années à cause des autres domaines dans lesquels ils travaillaient avant. J'espère donc que cela va continuer.

M. Portelance: Merci.

Le président: Ça fait longtemps que M. Corbet attend patiemment. Je suis désolé, monsieur Corbet. Je ne vous avais pas vu.

M. Corbett: C'est parfait, monsieur le président. Je n'ai qu'une seule question, car plusieurs aspects du problème ont été traités par mes collègues.

Comme on l'a déjà souligné, ces technologies dont nous parlons ici sont limitées à deux domaines précis: la défense et le développement socio-économique de la société; il s'agit, évidemment, de deux domaines qui sont reliés entr'eux. En tant que Canadiens participant à un programme de recherche

[*Text*]

which would primarily be taking place in the United States, and the question that comes to the mind of some of the committee members, is: how much of this information, how much of these technologies that would be developed over the period of time, would become available if they were defence-related? Do you see the possibility, down the road, of separating the technologies in defence-related areas from those in the other areas that are going to involve the social environment? And just how big a problem is this going to be? Would there have to be areas defined specifically in which the dollars that we might contribute or the peole that we might place in the programs are going to have to be defined as contributing in a particular sector, if defence technologies are to be secret or of a confidential nature?

Mr. Post: I would like to start to make one thing clear, which I did not make clear in my talk, perhaps, which is that the magnetic fusion area is totally unclassified, has no military support or application, so far as we can discern. So in that area, in particular, this question is not relevant.

I think that John Emmett can tell you specifically about the relationship in his program.

Mr. Emmett: The only thing you have to worry about in that area is inertial-confinement fusion, not magentic-confinement fusion. But let me just comment right now: the work currently being done in Canada on laser-plasma interaction physics and laser development is a strong contributor in that field, regardless of the fact that there are some aspects of that field that are at the moment still somewhat classified. However, if you look at the way things are proceeding in the United States with regard to the issues of classification in this field, I think five years from now the issue you raise is probably a nonissue, and I think in the intermediate period of time, leading from the strength you already have in areas that do not impinge on this would be the best strategy.

• 1755

Mr. Corbett: Could we as Canadians then expect that we could contribute both to confinement research and to magnetic confinement research, and participate equally in the results of both research projects?

Mr. Emmett: I think very likely.

Mr. Corbett: Thank you, Mr. Chairman.

The Chairman: Thank you.

Doctors Post and Emmett, this committee in a few weeks will be starting to write its report. As well, we have to be ready to defend that report when it hits the public, and we have discussed this among ourselves; we do not know if we will run for cover or wait for the applause. That is part of the dilemma.

Maybe I will play devil's advocate here a bit. Everything we have heard this afternoon and in other briefings we have had on this subject has been good; the great tomorrow. I have had some people contact me and I had some notes sent to me once.

[*Translation*]

et de développement qui se ferait d'abord aux États-Unis, nous sommes pris dans un dilemme, et la question qui vient à l'esprit de certains membres du Comité est la suivante: dans quelle mesure pourrions-nous avoir accès aux informations recueillies et aux technologies qu'on aura développées pendant cette période de collaboration, si elles devaient être classées comme étant des recherches de défense? Voyez-vous la possibilité qu'un jour on fasse une distinction nette entre les technologies de la défense et celles qui visent notre environnement social? Et quelle sorte de problème peut se poser à ce niveau-là? Comme les technologies de la défense doivent être secrètes et de nature confidentielle, ne faudrait-il pas que les domaines soient bien définis pour que nous sachions exactement où va notre éventuelle contribution monétaire et dans quel secteur travailleront les hommes que nous pourrons éventuellement affecter à ces programmes?

M. Post: J'aimerais commencer par préciser quelque chose qui n'était, peut-être, pas trop clair dans mon exposé: tout le domaine de la fusion magnétique n'a pas été classifié et n'a reçu jusqu'à présent aucun appui militaire, du moins d'après ce que nous en savons. Donc, pour ce qui est de ce domaine bien précis, votre question ne porte pas.

Je crois que John Emmett peut vous dire ce qui en est pour son programme.

M. Emmett: La seule chose qui peut justifier vos inquiétudes dans ce domaine, c'est la fusion par confinement inertiel et non la fusion par confinement magnétique. Mais laissez-moi m'expliquer tout de suite: la recherche que vous faites actuellement au Canada sur l'interaction laser-plasma et sur l'amélioration du laser constitue une solide contribution dans ce domaine, en dépit du fait que certains aspects du confinement inertiel tombent encore, d'une certaine manière, dans la catégorie de recherches classées. Par contre, si vous regardez la tendance actuelle aux États-Unis eu égard à la classification dans ce domaine, je crois que dans cinq ans d'ici, votre question deviendra sans fondement, mais dans l'intervalle, la meilleure stratégie serait d'étendre la force que vous avez déjà dans des domaines qui ne touchent pas à cette catégorie.

M. Corbett: Alors, est-ce qu'en tant que Canadiens, nous pouvons contribuer à la recherche tant inertielle que magnétique, et participer également aux résultats dans chacun des deux programmes?

M. Emmett: Oui, sûrement, je dirais.

M. Corbett: Merci, monsieur le président.

Le président: Merci.

Dans quelques semaines, ce Comité devra commencer à rédiger son rapport qu'il doit être prêt à défendre une fois qu'il sera lancé dans le public. Nous en avons déjà discuté entre nous, et une partie de notre dilemme, c'est que nous ne savons pas comment il sera accueilli.

Je vais me faire l'avocat du diable pour un moment. Sur la fusion, cet après-midi et à l'occasion d'autres conférences, nous n'avons entendu que du bien: des lendemains qui chantent! Certaines personnes sont entrées en contact avec moi et j'ai eu

[*Texte*]

I cannot remember the source but I will just read a couple of sentences here. I would like your opinion.

"In the first fusion power plants the only fuels would be deuterium and lithium. Such plants would produce no fission products. The only radioactive material involved is tritium. While the structural materials in the plant would become radioactive, no particular problem is presented during normal operation."

That last is underlined. That is a problem also for the committee. Do we know enough yet whether that statement is acceptable out there; in other words, among the population? You know the problems you have had in your country and in others with people charging that the public has not been kept informed on the problems with nuclear power plants and others. There has been a great deal of criticism that governments and others involved in this have withheld information to persons out there. Are we far enough advanced in this field that a statement such as that would make it very benign in comparison to other problems in other fields of activity in the energy field? And has this fusion, the projects you are working on and others, been looked at by independent groups who would also accept that there is no possibility of problems to the environment and to people in the future?

Mr. Emmett: I think the question you raise is a very good one. The statement you read is, to my mind, a little over enthusiastic. The underlining there and the keywords are "normal operation". I do not think anybody is concerned about the hazard of a normal nuclear power plant in normal operation. What people are concerned about is when operation is not normal; where there is an accident, when something happens. I think you have got to go out and you have got to work that problem very well. There are beginning to be very careful looks in the United States and elsewhere throughout the world at, what is the impact of an accident? For example, what if your power plant is normally operating and somebody hijacks a DC-10 and drives it into your power plan, or something like that? You have to think about the worst possible accident, and how do you survive that?

The statement with regard to the radioactive material that could be dispersed, that is, only tritium, is correct. It will be contained in lithium; there are possibilities, in certain reactor designs, that you will have a lithium fire as the result of a major accident. In other designs of reactors, the lithium is not in a form in which it easily takes part in a fire which would lead to tritium dispersal. I do not want to go into the details of this but I think the most important thing is to analyze it very well, and not have it analyzed just by groups that are profusion. He must very carefully explain to the public and all of the decision-makers what the risks are in a comparative sense. It is hard to understand how risky something is, except as compared to something else in some sense, and I think that is something that is terribly important to do, and terribly important to do well so we do not get to a point 20 years from now

[*Traduction*]

à recevoir certaines lettres. Je ne me rappelle pas les noms des signataires, mais je peux vous en citer quelques extraits ici. J'aimerais savoir ce que vous en psenser, monsieur Post et vous aussi, monsieur Emmett.

Je cite: «Les premières centrales de fusion n'utiliseront comme combustibles que le deutérium et le lithium; elles n'auront donc pas de produits de fission. Le seul matériau radioactif qui sera employé, c'est le tritium. Quand les matériaux qui forment la structure de la centrale deviendront radioactifs, aucun problème spécial ne peut se poser en cas de fonctionnement normal de la centrale.»

Ces derniers mots sont soulignés. Cela représente un problème pour le comité aussi. Comment le public va-t-il réagir devant une affirmation comme celle-là? Vous savez, les problèmes que vous avez connus chez vous et ailleurs avec ces gens qui vous accusaient de n'avoir pas dit la vérité au public sur les centrales nucléaires et les autres. On a beaucoup critiqué les gouvernements et les personnes responsables d'avoir caché l'information au public. Sommes-nous suffisamment avancés dans ce domaine pour qu'une affirmation comme celle-là serve à apaiser si l'on compare à d'autres problèmes que l'on pourrait rencontrer dans d'autres secteurs de la rechercher énergétique? Ensuite, est-ce que des groupes indépendants se sont penchés sur vos programmes de fusion—les vôtes et tous les autres—pour conclure, à leur tour, que la fusion est sans danger pour l'environnement et la population dans l'avenir?

M. Emmett: Vous avez posé là une très bonne question. La citation que vous nous avez lue pèche par accès d'enthousiasme, à mon avis. Les mots-clés qui ont été soulignés sont bien «en fonctionnement normal». Je ne crois pas que l'on se préoccupe des risques de danger d'une centrale nucléaire quand tout fonctionne normalement. Ce qui fait peur aux gens, c'est quand les conditions cessent d'être normales, quand un accident ou quelque chose arrive. Je crois que vous devez vous placer devant le problème et l'étudier attentivement. On commence, aux États-Unis et ailleurs dans le monde, à envisager sérieusement la question de savoir ce que peuvent être les conséquences d'un accident. Qu'est-ce qui arrive, par exemple, si votre centrale opère normalement et que quelqu'un détourne un DC-10 et le fait entrer de force dans la centrale ou quelque chose du genre? Vous devez penser aux pires accidents possibles et vous demander comment vous pourrez y survivre.

Ce qui est dit du tritium, le seul matériau radioactif qui puisse être dispersé, est exact. Ce tritium est contenu dans le tithium, mais il est possible, d'après certains modèles de réacteurs, qu'il se produise un feu de lithium à la suite d'un accident important. Avec d'autres modèles de réacteurs, le lithium ne pourra pas, en cas d'incendie, provoquer une dispersion de tritium. Je ne veux pas entrer dans le détail de tout ça, mais je crois que le plus important c'est d'étudier sérieusement la question et ne pas confier ce soin à des groupes qui sont déjà acquis à la fusion. Il faut expliquer clairement au public et à ceux qui prennent les décisions tous les risques que l'on court, en procédant par mode de comparaison. Il est difficile, en effet, de comprendre un risque sinon par comparaison avec autre chose d'une certaine manière, et je crois que c'est quelque chose de très important à faire, et à faire comme il

[*Text*]

where any group can say, you did not tell us about such and such. There are real hazards in all of these things, but think there are a lot fewer than in many other approaches to producing energy.

• 1800

One of things that we have outlined in this paper—the short set of notes we presented you—was this issue of focusing resources in Canada on the detailed design and operation of reactors, talking these various different physics approaches being done in the United States. In those designs you would really be doing those failure studies to see how you would live with it and so forth, and I think it is very important that that work be done. I think too little of it is being done right now.

The Chairman: I appreciate your answer . . .

Mr. Post: Could I add to it?

The Chairman: Yes, of course.

Mr. Post: I would say it is important to list four non-problems with fusion systems in order to quantify and help to quantify. One non-problem is that there is no chain reaction. The second non-problem is that there are no fission products from the system; the ashes are inert as it has been said. The third, by design, non-problem is that there is no China Syndrome melt down. It is of the nature of the beast that it can be avoided. The fourth is that the induced radioactivity is, to a large extent, subject to the designers choice of materials. You can choose bad materials or you can choose good materials and, there will be economic and other factors coming into that. For example, some conceivable materials studied by Brookhaven had radioactivity that decayed in a matter of hours. Perhaps they would not be, for some other reason, acceptable, but they do a serious study. As John says, this is something one could study. When you total all these things up, you will come up with some estimate of a hazard which you can compare against other systems and say it is this much safer than—. Whether that is acceptable or not depends on your level of sensitivity. When I get to a factor of one hundred thousand or a million times safer, I say I am feeling fairly comfortable—some people may not. But I think these things should be studied. They should not be shoved under the rug. However it should also be recognized that there are certain things that are non-problems in fusion.

Mr. Emmett: Let me just make one more comment. A simple way of looking at one of the points Dick made is that it is so difficult to ignite and sustain the burning of a fusion fire that if you do anything wrong, it will go out. It will never run away with you. Okay.

The Chairman: Coming back to part of my question—once again, you have been very open and I am happy with the attitude you have because I think it will only help the public's attitudes—have there been assessments made in the United

[*Translation*]

faut, de sorte que personne, dans vingt ans d'ici, ne soit justifié de dire: «Vous ne nous avez pas parlé de ceci ou de cela . . .» Tous ces projets comportent des risques réels, mais nous croyons que ceux-ci sont encore moindres que ceux des autres approches envisagées pour produire de l'énergie.

Une des choses que nous avons soulignées dans cet exposé—c'est-à-dire les quelques notes que nous vous avons présentées—c'est la possibilité pour le Canada de concentrer ses efforts sur l'étude détaillée des modèles possibles de réacteurs et de leur fonctionnement, de prendre en charge les diverses recherches en cours aux États-Unis. Par de telles recherches, vous pourriez réellement contribuer à combler les lacunes dans ce domaine pour savoir dans quelle mesure il est possible de vivre avec ça, etc. A mon avis, il est très important que ce travail soit fait, et je crois que très peu a été fait jusqu'ici de ce côté-là.

Le président: J'apprécie votre réponse.

M. Post: Puis-je ajouter quelque chose?

Le président: Bien sûr.

M. Post: Je dirais aussi qu'il est important d'indiquer quatre problèmes inexistants avec le système de fusion évaluer ou aider à évaluer quantitativement. Le premier, c'est qu'il n'y a pas de réaction en chaîne. Un autre, c'est qu'il n'y a pas de produits de fission qui s'échappent des systèmes: les cendres sont inertes comme il a déjà été dit. Le troisième, il n'y a pas de Syndrôme chinois mêlé à cela. On peut toujours éviter la catastrophe. Le quatrième est que la radioactivité induite dépend, dans une large mesure, des matériaux que les ingénieurs choisiront. On peut choisir de bons ou de mauvais matériaux, et il faudra tenir compte, aussi, de certains facteurs économiques ou autres. Par exemple, certains matériaux possibles ont été étudiés par Brookhaven et ils sont d'une radioactivité qui se désintègre dans une question d'heures. Peut-être que pour d'autres raisons, ils ne seront pas acceptables, mais ils font une étude sérieuse. Comme le dit John, c'est quelque chose qu'on pourrait étudier. Quand vous faites le total de toutes ces considérations, vous arrivez à évaluer un risque que vous pouvez comparer à d'autres systèmes et dire qu'il est plus sûr que . . . Après, que cela soit acceptable ou non, dépend de votre degré de sensibilité. Quand à moi, j'arrive à un facteur de cent mille ou d'un million de fois plus sûr, je dis que je me sens assez rassuré, mais certaines personnes, peut-être pas. En tout cas, je crois qu'il faudra étudier ces choses sans essayer de les camoufler. Cependant, il faut aussi reconnaître qu'il y a certaines choses qui ne constituent pas des problèmes en fusion.

M. Emmett: Permettez-vous une dernière remarque. Une façon simple de considérer un des points que Dick vient de signaler, c'est qu'il est tellement difficile d'allumer et de maintenir un feu de fusion, que s'il vous arrive de vous tromper, il s'en ira. Il ne se sauvera jamais avec vous. O.K.

Le président: Je reviens à une partie de ma question. Une fois de plus, je trouve que vous avez été très ouvert, et je suis heureux de l'attitude que vous avez adoptée; cela ne pourra qu'aider les réactions du public. Y a-t-il eu des position, aux

[*Texte*]

States by indenpendent groups on fusion and on the possibility of problems in the future, and could they be made available to this committee? It would help us very much.

Mr. Emmett: I am personally familiar with two and there may be several more. When we get back home, Dick and I will see what we can dig up and privide for you.

The Chairman: I do not know how long we can detain you, but Mr. MacBain has a supplementary, and I believe Mr. Gurbin as well.

Mr. MacBain: Mr. Chairman, there was just one point that I remember from San Francisco, that was not dealt with at all today, and that was that Dr. Emmett, in particular, kept saying to us in San Francisco, it is important to keep the industry of the Western world viable via nuclear and hydrocarbons until we can reach fusion. I think—he did not say it—but the way I understand it, the world is somewhere between $100 billion and $200 billion away from commercial fusion on a wide scale. That is a figure I picked up somewhere else—adding or subtracting a few billion does not matter. It was at a very serious point, Mr. Chairman, that Dr. Emmett made. It was not my point, I just think it was so crucial, and it was made so clear in San Francisco, that he should say it and not I, if it is true.

• 1805

The Chairman: Would you repeat your statement, sir?

Mr. Emmett: I was in one of my best preaching moods at the time I gave my briefing. The point I was trying to make was that the Western World has a fair degree of economic muscle today, built on its productivity. The problem of bringing an inexhaustable energy source into wide-scale operation is a very, very large problem, and we had better do it while we can afford to do it, because I can well imagine the society getting into a position where it did not have the wealth, in terms of both the money and the technological talent and ability, to commit to projects of that scale. I can well imagine the time when we will not be able to do that, so I think there is a finite window in which the western civilizations at least, as we know them, have the strength have the dynamism, have the muscle, have the resources to do it. It is terribly important to me that we do it in that window, because I think the consequences of not doing it in that window are something that are not much fun to contemplate.

The Chairman: Mr. MacBain.

Mr. MacBain: Mr. Chairman, just a supplementary to that, a very short one. Would you agree with me, because this is something we did not have a chance to discuss in San Francisco—that as important as energy is to our Western World the Third World surely must depend upon our giving them their new energy technologies, so they gain nothing if we do not get these new technologies?

[*Traduction*]

États-Unis, prises par des groupes indépendants sur la fusion et sur les risques qu'elle représente pour l'avenir, et pourriez-vous en faire part au Comité? Cela nous rendrait grandement service.

M. Emmett: Je connais personnellement deux positions, mais il pourrait y en avoir beaucoup d'autres. Quand nous serons de retour, Dick et moi, nous essayerons de vous trouver quelque chose de ce côté-là.

Le président: Je ne sais pas si je peux vous retenir trop longtemps, Messieurs, mais M. MacBain a une question supplémentaire, et M. Gurbin aussi, je crois.

M. MacBain: Monsieur le président, il y a un point dont je me souviens avoir parlé à San Francisco, et qui n'a pas du tout été touché aujourd'hui. En effet, à San Francisco, Dr. Emmett en particulier, n'arrêtait pas de nous dire qu'il est important de garder l'industrie du monde occidental et bonne santé, via le nucléaire et les hydrocarbures, en attendant le stade de la fusion. Je ne crois pas qu'il disait ça, mais comme je l'ai compris, c'est que le monde aujourd'hui, séparé de la fusion à grande échelle par une marge de 100 à 200 milliards de dollars. C'est un chiffre que j'ai pris ailleurs, à quelques milliards près. C'est un point très sérieux que le Dr. Emmett faisait remarquer, monsieur le président. L'affirmation ne vient pas de moi; je crois seulement que c'était tellement important et cela paraissait tellement évident à San Francisco, qu'il faudrait demander à M. Emmet, et non pas à moi, de le redire ici, si c'est vrai.

Le président: Pourriez-vous répéter votre affirmation, s.v.p.?

M. Emmett: Je me sentais vraiment l'âme d'un prédicateur au moment où j'ai donné ma conférence. Ce que je voulais faire remarquer, c'est que le monde occidental aujourd'hui est assez musclé du point de vue économique, grâce à sa productivité. L'exploitation à une haute échelle d'une source inépuisable d'énergie pose un très gros problème, et nous ferions mieux de nous y attaquer alors que nous en sommes capables, parce que je peux facilement imaginer la société dans une situation où elle n'avait pas les moyens ni monétaires ni technologiques de s'engager dans des projets d'une telle envergure. Je peux facilement m'imaginer le temps où elle n'aura pas la force, le dynamisme, l'énergie ou les ressources nécessaires pour le faire. Pour moi, c'est terriblement important que nous le fassions dans ce laps de temps dont nous disposons, parce que je crois que les conséquences de notre abstention ou de notre inaction sont quelque chose qu'on n'imagine pas avec plaisir.

Le président: Monsieur MacBain.

M. MacBain: Juste une question supplémentaire, très courte, monsieur le président. Comme il s'agit d'un point que nous n'avons pas eu l'occasion de discuter à San Francisco, seriez-vous d'accord pour dire que, malgré toute l'importance de l'énergie pour notre monde occidental, le Tiers-Monde, quant à lui, devra sûrement dépendre de nous pour leur donner les nouvelles technologies énergétiques dont il a besoin, à tel point qu'il n'aura rien si nous ne lui donnons ces nouvelles technologies?

[*Text*]

Mr. Emmett: That is Herman Kahn's bootstrap theory of life. I happen to believe in this point of view, that is, it is very easy to say, if you are living in the Berkeley hills, that you are not going to use your electric toothbrush anymore and you are going to conserve energy, but for the people in Bangladesh, the issue is, can they cook their food. I started my statement today by saying that I thought the western democracies not only had an opportunity to exploit this technology but a profound responsibility to do so. I think, if we do not do it, we condemn a major portion of the world to living in the kind of conditions they are currently living in because you know as well as I do that we will burn out the fossil fuels of the earth ourselves.

Mr. MacBain: Thank you, Mr. Chairman.

The Chairman: Mr. Gurbin has a supplementary and I think John Graham has a question as well.

Mr. Gurbin: I would defy anybody to add anything to what was just said, Mr. Chairman. I just wanted publicly, and on the record to thank our witnesses for coming here.

The Chairman: We will see if John Graham can add something. John.

Mr. Graham: I would like to ask a philosophical question; I do not really expect an answer, but perhaps you could give a comment. Dr. Emmett, when you started your presentation you gave a personal view of how you think the energy future might develop. You said that there were three options available to us, solar, fission and fusion. But, later on in your presentation, you said that we have no iron-clad guarantee that any of these will pan out. What do we do if they do not?

Mr. Emmett: I think the true answer is that, at some cost, you can make any of them work out. The question is what standard of living will result as a function of what cost. I think that is really all we are talking about. Obviously, we can make any of those options probably work, the question is really at what price the energy from those options becomes available to us. Does it become available to us at a cost that will allow the maintenance of the kind of standard of living that exists in the Western World? Or will become available at a cost that will drive us back to a standard of living of 200 years ago? I think that is really the issue. It is not really an issue of can it work or can it not, it is just at what price, and what would be the resulting standard of living.

The Chairman: Gentlemen, it has been a very rewarding afternoon. Once again, I would like to thank Drs. Richard Post and John Emmett for a great input into this committee and I am sure that with the extra documents that you will be able to send to us we will be more than pleased at your having accepted the invitation. It has been very worthwhile for us; I do not know whether it has been as well worthwhile for you, but we have enjoyed having you.

This meeting is now adjourned. Thank you.

[*Translation*]

M. Emmett: C'est une théorie de Herman Kahn, et il arrive que je la partage. C'est-à-dire que si vous vivez dans les collines de Berkeley, c'est facile de dire que vous allez mettre votre brosse à dents électrique de côté, et économiser ainsi de l'énergie, mais pour les gens du Bengladesh, le problème est de savoir s'ils vont être capables de se faire à manger. J'ai commencé mon exposé d'aujourd'hui en disant qu'à mon avis, les démocraties occidentales avaient non seulement l'occasion, mais aussi l'impérieux devoir d'exploiter cette technologie. Je crois qu'en nous abstenant de le faire, nous condamnons la majeure partie du monde à continuer de vivre dans les conditions qu'ils connaissent actuellement, parce que vous savez, tout comme moi, que nous allons, à nous seuls, épuiser la totalité des ressources fossiles sur la planète.

M. MacBain: Merci, monsieur le président.

Le président: M. Gurbin a une question supplémentaire, et John Graham aussi, je crois.

M. Gurbin: Je mettrais quiconque au défi d'ajouter quoi que ce soit à ce qui a été dit ici, monsieur le président. Je voudrais simplement le reconnaître publiquement, et remercier nos témoins d'être venus ici.

Le président: On va voir si John Graham peut ajouter quelque chose. John.

M. Graham: Ma question est d'ordre philosophique; je n'attends pas vraiment une réponse, mais plutôt une réflexion. Dr. Emmett, en commençant votre exposé, vous avez donné votre point de vue personnel sur les énergies de l'avenir. Vous disiez qu'il nous restait trois solutions possibles: le solaire, le fission et la fusion. Mais plus tard, au cours de l'exposé, vous avez dit que nous n'avons aucune garantie ferme pourra réussir. Que ferons-nous si elles devaient toutes échouer?

M. Emmett: Je crois qu'il serait plus juste de dire que si l'on y met le prix, on pourra faire aboutir n'importe laquelle des trois. La question est de savoir quel niveau de vie résultera du prix que nous serons prêts à payer. Je crois que c'est la seule vraie question. De toute évidence, nous sommes sûrement capables de réussir n'importe laquelle des trois options, mais reste à savoir quel prix il faudra payer pour l'énergie qu'on en aura. L'aurons-nous, cette énergie, à un coût qui nous permettra de maintenir le niveau de vie actuel du monde occidental? Ou encore, l'aurons-nous à un coût qui nous ramènerait à un niveau de vie d'il y a 200 ans? C'est la seule vrai question, à mon avis. Il ne s'agit plus de savoir si on peut réussir telle ou telle solution, mais uniquement à quel prix c'est faisable et quel niveau de vie aurons-nous après cela?

Le président: Ca a été un après-midi très profitable, messieurs. Encore une fois, je voudrais remercier Dr. Richard Post et Dr. John Emmett pour leur grande contribution aux travaux de ce Comité, et je suis sûr qu'avec les documents supplémentaires que vous allez nous envoyer nous n'apprécierons que davantage encore votre délicatesse d'avoir accepté notre invitation. Votre visite nous a été fort bénéfique, je ne sais pas s'il en est de même pour vous, mais nous avons, quant à nous, réellement apprécié votre présence.

Cette séance est maintenant levée. Je vous remercie.

Canada Post Postage paid
Postes Canada Port payé
Third class Troisième classe
K1A 0S7
HULL

If undelivered, return COVER ONLY to
Canadian Government Printing Office,
Supply and Services Canada,
45 Sacré-Coeur Boulevard,
Hull, Québec, Canada, K1A 0S7

En cas de non-livraison,
retourner cette COUVERTURE SEULEMENT à
Imprimerie du gouvernement canadien
Approvisionnements et Services Canada,
45, boulevard Sacre-Coeur,
Hull, Québec, Canada, K1A 0S7

WITNESSES—TÉMOINS

Wednesday, December 10, 1980:

From Lawrence Livermore National Laboratories, California, U.S.A.:

Dr. Richard Post;

Dr. John Emmett.

Le mercredi 10 décembre 1980:

De la société Lawrence Livermore National Laboratories, Californie (É.-U.):

M. Richard Post;

M. John Emmett.

Available from the Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, Hull, Quebec, Canada K1A 0S9

En vente: Centre d'édition du gouvernement du Canada, Approvisionnements et Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

Publications

HOUSE OF COMMONS

Issue No. 36

Thursday, December 11, 1980

Chairman: Mr. T. H. Lefebvre

CHAMBRE DES COMMUNES

Fascicule nº 36

Le jeudi 11 décembre 1980

Président: M. T. H. Lefebvre

DEPOSITORY LIBRARY MATERIAL

Minutes of Proceedings and Evidence of the Special Committee on

Alternative Energy and Oil Substitution

Procès-verbaux et témoignages du Comité spécial de l'

Énergie de remplacement du pétrole

RESPECTING:

Study on alternative energy and oil substitution

CONCERNANT:

Étude de l'énergie de remplacement du pétrole

WITNESSES:

(See back cover)

TÉMOINS:

(Voir à l'endos)

Publications

First Session of the
Thirty-second Parliament, 1980

Première session de la
trente-deuxième législature, 1980

29353—1

SPECIAL COMMITTEE ON ALTERNATIVE ENERGY AND OIL SUBSTITUTION

Chairman: Mr. T. H. Lefebvre

Messrs.

Corbett
Gurbin
MacBain
McCauley

COMITÉ SPÉCIAL DE L'ÉNERGIE DE REMPLACEMENT DU PÉTROLE

Président: M. T. H. Lefebvre

Messieurs

Portelance
Rose

(Quorum 4)

Le greffier du Comité

J. M. Robert Normand

Clerk of the Committee

Published under authority of the Speaker of the House of Commons by the Queen's Printer for Canada

Available from the Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

Publié en conformité de l'autorité de l'Orateur de la Chambre des communes par l'Imprimeur de la Reine pour le Canada

En vente: Centre d'édition du gouvernement du Canada, Approvisionnements et Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

MINUTES OF PROCEEDINGS

THURSDAY, DECEMBER 11, 1980
(50)

[*Text*]

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met at 9:52 o'clock a.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

Witnesses: From Transport Canada: Mr. Jean J. O. Gravel, Director General, Research and Development; Mr. Neil R. Gore, Director, Strategic Studies Branch; Mr. G. B. Maund, Strategic Studies.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

Mr. Gravel made an opening statement.

The witnesses answered questions.

At 11:35 o'clock a.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

PROCÈS-VERBAL

LE JEUDI 11 DÉCEMBRE 1980
(50)

[*Traduction*]

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à 9 h 52, sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie de la Direction de la recherche de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef et responsable des projets du Comité.

Témoins: De Transports Canada: M. Jean J. O. Gravel, directeur général, Recherche et développement; M. Neil R. Gore, directeur, Direction des études stratégiques; M. G. B. Maund, Études stratégiques.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980, concernant l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir Fascicule nº 1.*)

M. Gravel fait une déclaration préliminaire.

Les témoins répondent aux questions.

A 11 h 35, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

Le greffier du Comité

J. M. Robert Normand

Clerk of the Committee

EVIDENCE

(*Recorded by Electronic Apparatus*)
Thursday, December 11, 1980

• 0957

[*Text*]

The Chairman: I will now call this meeting to order.

We have with us this morning Mr. J.-J. Gravel, Director General, Research and Development from Transport Canada.

Monsieur Gravel, il me fait plaisir de vous accueillir au sein du Comité. Étant donné que c'est notre dernière assemblée officielle à laquelle le public est admis, vous aurez l'honneur de nous donner les derniers renseignements. Nous avons débuté notre étude le 10 juin et nous avons eu des témoignages de presque tous les ministères concernés dans ce domaine. Peut-être est-ce par hasard, mais il nous fait plaisir que nos derniers témoins soient des représentants du ministère des Transports. Nous avons hâte d'entendre vos propos.

J'ai reçu votre documentation. Avez-vous l'intention de la lire au complet? Je crois qu'il y a seulement six ou sept pages de notes. Alors, si vous voulez les lire, on pourra par la suite vous poser des questions. Est-ce la façon dont vous voulez procéder?

M. J.-J. Gravel (directeur général, Recherche et développement, Transport Canada): Oui, c'était mon intention, monsieur le président, si le temps le permet.

Le président: Oui, très bien.

M. Portelance: Monsieur le président, je crois que les hauts fonctionnaires qui sont avec lui peuvent l'accompagner à la table.

Le président: Oui, vos collègues, si vous le voulez, peuvent s'asseoir à la table.

M. Gravel: Je voudrais vous remercier messieurs, de nous avoir invités à déposer devant votre commission. Mes collègues ont assemblé quelques notes qui ne sont, je le crains, pas aussi complètes ni aussi bien faites que nous l'aurions souhaité, mais le délai a été assez court.

J'aimerais tout d'abord présenter mes collègues. Il s'agit de M. Gore qui est directeur des recherches stratégiques au ministère et qui a présidé pour le ministère aux travaux dont je vais vous parler et de son adjoint, M. G. B. Maund, ici à ma droite, un fonctionnaire du ministère qui est expert dans ces questions.

Monsieur le président, préférez-vous que je parle en français ou en anglais?

Le président: Libre à vous.

Il y a deux langues officielles au Canada; alors, à vous le choix. Nous avons la traduction simultanée pour ceux qui ne comprennent pas le français ou l'anglais. Il n'y a donc aucun problème.

M. Gravel: Si vous permettez, je vais parler en anglais. Je serai disposé à répondre aux questions dans la langue dans laquelle la question me sera posée.

Le président: C'est bien.

Mr. Gravel: The activities of Transport Canada related to the Canadian energy issues are generally in three areas. First,

TÉMOIGNAGES

(*Enregistrement électronique*)
Le jeudi 11 décembre 1980

[*Translation*]

Le président: Messieurs, la séance va commencer.

Nous avons parmi nous, ce matin, le directeur général de la Recherche et du Développement de Transports Canada, M. J.-J. Gravel.

Mr. Gravel, I am very pleased to welcome you to this Committee. As this is our last public meeting, you will have the honour to give us our very last information. Our study started on June 10 and since then, we have heard evidence from almost all the departments concerned. It might be purely a chance, but we are very happy that our last witnesses are officers from the Department of Transport and anxious to hear your comments.

Do you intend to read the brief we received? I think there are only six or seven pages. If you wish, you can read them and we would ask you questions right after. Did you want to proceed this way?

Mr. J.-J. Gravel (Director General, Research and Development, Transport Canada): Yes, Mr. Chairman, that was my intention, if time allows me.

The Chairman: Pretty well.

Mr. Portelance: Mr. Chairman, I think the officials that accompany him can also sit at the table.

The Chairman: Yes. If you want, your colleagues can sit with you at the table.

Mr. Gravel: Gentlemen, I would like to thank you for inviting us to give eivdence to this Committee. My colleagues did put together a few notes that, unfortunately, are neither as complete nor as well prepared as we would have like to, but the delay was rather short.

First, I would like to introduce you my colleagues: Mr. Gore, Director of the Strategical Researches, responsible in the Department for the works I shall talk about, and his assistant, Mr. G. B. Maund, at my right, an expert in this field.

Mr. Chairman, do you prefer that I speak French or English?

The Chairman: As you like.

There are two official languages in Canada, so you have the choice. There is simulatenous translation for whose who do not understand French or English. So, there is no problem.

Mr. Gravel: If you allow me, I will speak in English. But I will answer in the language the questions will be raised.

The Chairman: Fairly well.

M. Gravel: Au Canada, les activités de Transports Canada en matière énergétique comptent trois volets: en premier lieu,

[*Texte*]

the departmental contribution to the federal government's in-house energy conservation program; the second, a contribution to the contingency planning activities of the Energy Supplies Allocation Board related to the transport sector; and third, contribution to the federal government's energy research and development program under the leadership of the energy research and development panel. The department staff have been entrusted with the planning and programming of two tasks for the energy R&D program: task 1.2, as it is called, the conservation of energy by the transport sector, and task 5.0, the transportation and transmission of energy. Today's presentation is based on the results arising mainly out of our activities and related to the first of these tasks, the conservation of energy by the transport sector.

• 1000

You are certainly aware that the transport sector of our economy is fully dependent on petroleum-based liquids at this time and in turn consumes approximately 40 per cent of Canadian petroleum usage. This consumption is roughly divided as follows. The automobile consumes about 59 per cent of the transport sector's use; the trucks, 14 per cent; bus and transit; 1 per cent; air, 10 per cent; the marine sector, 9 per cent, and the rail sector, 7 per cent.

Mr. Gurbin: Are you reading from something that we can follow?

Mr. Gravel: I am sorry, no. These are the introductory notes.

Mr. Gurbin: Okay.

Mr. Gravel: Now, to proceed with the technical presentation itself, the Canadian alternative transportation fuel options to 1990 is what we are addressing here. It is a summary of current research and development activities in the use of broad-cut fuels, alcohols, propane, compressed natural gas, electricity and hydrogen. Currently transportation consumes the oil energy equivalent of 822,000 barrels a day or 48 per cent of Canadian oil use. In the various sectors 73 per cent of transportation fuel is gasoline principally consumed in automobiles, 19 per cent is diesel and the middle cut distillates for aircraft consume 8 per cent.

Referring to figure 1, imported oil to meet demands requirements is now 12.5 per cent of national use. From earlier studies by Transport Canada, the R&D necessary to assess various energy saving options and fuel alternatives have been defined, and projects are now in hand to evaluate their effectiveness. The main thrust for Transport Canada to reduce energy use over the next 10 years could be aimed at higher mobility per barrel of oil with R&D into the use of alternative high energy density liquid fuels. This may be achieved by improved efficiency of gasoline engines, particularly at low operating temperatures, the greater use of middle-cut distillates such as diesel or broad-cut fuels and mounting R&D

[*Traduction*]

la participation du ministère au programme interne de conservation de l'énergie dans le cadre du programme fédéral, deuxièmement, la participation à la planification d'urgence de l'Office de répartition des approvisionnements d'énergie connexe au secteur des transports et en troisième lieu, la participation du programme de recherche et de développement du gouvernement fédéral en matière d'énergie sous la direction du bureau de recherche et de développement en matière énergétique. Le personnel du ministère a été chargé de la planification et de la programmation de deux secteurs du programme de R&D en matière d'énergie: la tâche 1.2, comme on l'appelle, la conservation de l'énergie dans le secteur des transports et la tâche 5.0, le transport et la transmission de l'énergie. Aujourd'hui, notre présentation portera sur les conclusions qui découlent principalement de nos travaux et qui se rattachent à ces tâches, la conservation de l'énergie dans le secteur des transports.

Vous savez sans aucun doute que dans notre économie, le secteur des transports est entièrement tributaire en ce moment des combustibles liquides dérivés du pétrole et parallèlement, qu'il consomme environ 40 p. 100 du pétrole consommé au Canada. Cette consommation se partage grossièrement de la manière suivante: les automobiles consomment environ 59 p. 100 du pétrole consacré au secteur des transports, les camions, 14 p. 100, les autobus et les véhicules de transit, 1 p. 100, le secteur aérien, 10 p. 100, le secteur maritime 9 p. 100 et le secteur ferroviaire 7 p. 100.

M. Gurbin: Lisez-vous un texte que nous pourrions suivre?

M. Gravel: Non, je regrette. Il s'agit de simples observations en guise d'introduction.

M. Gurbin: D'accord.

M. Gravel: Pour en revenir à la présentation technique elle-même, nous parlerons des divers combustibles susceptibles d'être employés dans le secteur du transport au Canada jusqu'en 1990. Il s'agit d'un résumé des travaux de recherche et de développement réalisés sur l'emploi de combustibles combinés dans une coupe large, d'alcools, de propane, gaz naturel comprimé, d'électricité et d'hydrogène. En ce moment, ce secteur consomme l'équivalent de 822,000 barils de pétrole par jour, soit 48 p. 100 du pétrole consommé au pays. Dans les différents secteurs, 73 p. 100 du combustible réservé au transport vient de l'essence consommée principalement par les automobiles, 19 p. 100 du mazout et 8 p. 100 des produits distillés et combinés dans une coupe moyenne pour les aéronefs.

D'après le tableau I, le pétrole importé qui est destiné à répondre à la demande, correspond maintenant à 12.5 p. 100 de la consommation nationale. Des études précédentes de Transports Canada ont décrit la R&D nécessaire à l'évaluation des diverses formules d'économie d'énergie et d'autres combustibles et il existe présentement des projets permettant d'en évaluer l'efficacité. Le principal effort déployé par Transports Canada pour réduire la consommation énergétique au cours des dix prochaines années pourrait viser à assurer une meilleure mobilité par baril de pétrole grâce à la R&D sur la consommation d'autres combustibles liquides à haute densité énergétique, ce qui est susceptible d'être réalisé par l'améliora-

[*Text*]

projects to establish the use of alternative fuels in the Canadian climate. Such changes will evolve initially in oil-based fuels with the refineries using more of the unconventional oils from tar sands and heavy oil recovery. However, the ability to meet the type of energy demanded by each transport mode depends on the flexibility of the refinery system.

The possible change of transport fuel requirements by mode is projected in our figure 2 and an evaluation of the refinery system to cope with these changes is being made. Figure 2 has statistics showing trends in the anticipated energy demand by transport mode. You will notice that the largest demand by quite a factor is by the road mode. The air mode consumes a relatively small portion of the total followed by the rail and marine in descending order. I think it is important to keep these figures in mind when we seek the best return on our expenditures for research because we are after total benefits.

• 1005

On the application side, projects are addressing the performance of rail and road diesel engines on these off-specification fuels. Particular attention to preserve operation of the freight system in different fuel shortage scenarios is paramount in view of its importance in the national economy in the conveyance of food, energy and manufactured commodities for home consumption and export.

Automobile use of gasoline will principally be controlled by the mandatory fuel economy standards to be set by Transport Canada to 1990 and the inclusion of low temperature performance requirements.

As you well appreciate, the methanol fuel economy standards arising out of the U.S. practice may not be fully applicable to Canadian conditions and some effort is, therefore, required to ensure that we have realistic objectives under Canadian conditions.

Alternative fuels in the form of portable high energy density fuels are also being assessed in different engine applications and cover the use of methanol-gasoline blends, pure methanol, propane and compressed natural gas. The energy content of these fuels on a weight and volume basis is shown in Figure 3 from which it is seen that gasoline and diesel fuels have excellent energy densities; liquid propane is a close second; and the ethanol and methanol alcohols an acceptable third running nearly half the energy density of gasoline and diesel fuel. There is an important factor I would like to state here in the practical applications, in order to maintain the range of our vehicles, Canada being of course a low-density topography and customers being used to having a certain range for their vehicles, there is a penalty to be paid by boarding or fuelling

[*Translation*]

tion du rendement des moteurs à essence, en particulier à des températures basses, une meilleure utilisation des composés distillés et combinés dans une coupe moyenne, comme les carburants diesel ou les carburants combinés dans une coupe large et la création de projets de R&D destinés à déterminer l'emploi d'autres combustibles en climat canadien. Ces changements donneront au début des combustibles dérivés du pétrole car les raffineries feront appel à plus de pétroles non classiques tirés des sables bitumineux et de la récupération du pétrole brut. Cependant, la possibilité de réponse au type d'énergie exigé par chacun des modes de transport dépend de la souplesse du système de raffinerie.

Le tableau II projette l'éventuel changement des besoins de combustibles pour le transport selon le mode de transport et offre une évaluation du système de raffinerie destiné à y répondre. Il présente des statistiques qui précisent les courants de la demande d'énergie prévue selon le mode de transport. Vous constaterez que la demande la plus importante, et de loin, vient du transport routier. Le transport aérien représente une portion relativement faible de la consommation totale, suivi, en ordre décroissant, par les secteurs ferroviaire et maritime. Je pense qu'il est important de bien nous rappeler ces chiffres si nous cherchons à tirer le meilleur profit possible de nos dépenses de recherche.

Sur le plan de l'application, les projets portent sur le rendement des moteurs diesel des chemins de fer et de la route alimentés par des combustibles hors-catégorie. Il faut attacher une attention toute spéciale à la préservation du fonctionnement du réseau de transport des marchandises par fret dans le cadre de différents scénarios de pénurie de pétrole, en raison de son importance dans l'économie nationale pour le transport des aliments, de l'énergie et des produits manufacturés destinés à la consommation nationale et à l'exportation.

L'emploi de l'essence par les automobiles sera principalement soumis aux normes obligatoires d'économie qui seront fixées par Transports Canada jusqu'en 1990 et par l'adoption d'exigences de rendement à basse température.

Comme vous le savez déjà, les normes d'économie du méthanol qui découlent de l'expérience américaine ne sont peut-être pas parfaitement adaptées aux conditions canadiennes et il faut donc déployer un certain effort pour fixer des objectifs réalistes en ce sens.

Des combustibles de remplacement sous forme de carburants à forte densité énergétique portable sont également évalués pour différentes applications du moteur touchant l'utilisation de mélanges d'essence et de méthanol, de méthanol pur, de propane et de gaz naturel comprimé. Le contenu énergétique de ces combustibles est exprimé selon le poids et le volume dans le tableau III, selon lequel l'essence et les combustibles diesel ont une excellente densité énergétique, le propane liquide se place très près en deuxième place et les alcools d'éthanol et de méthanol occupent une troisième place respectable, avec une densité énergétique de près de la moitié de celle de l'essence et du mazout. J'aimerais toutefois souligner un facteur important au chapitre des applications pratiques. Pour conserver la gamme de véhicules disponibles au pays, comme,

[*Texte*]

with a low-density fuel. Hydrogen in a liquid form has a quarter the energy of a gallon of gasoline.

Mr. Gurbin: I am sorry, sir, could you just clarify that point. I appreciate that a low-density fuel is not as good as a higher-density fuel, but why should it make any difference to Canada than any other area?

Mr. Gravel: Because our average distance between cities is larger and the sparsely populated situation makes the range of the vehicles more important than, say, in Europe where one can refuel more frequently without having to count on an increased infrastructure. We are used to a 200- to 300-mile range for fuelling stops.

Mr. Gurbin: There is no inherent advantage except fuelling stops or size of the tank though?

Mr. Gravel: Which is a burden in weight or in volume, of course, and the redesign of the vehicle. That is quite right.

The stored electricity in present commercially available batteries has a similar energy density to hydrogen stored as an absorbed gas in metal hydride catalysts. Development in the storage systems for both fuel sources is being energetically pursued in the U.S.A. and Europe, which could power dedicated urban cars where the vehicle range is not so important.

For longer vehicles, direct electric pick-up such as railway electrification has been assessed in a preliminary study and the possible use of fuels to generate electricity in fuel-cell technologies is being watched. Hydrogen-fuelled aircraft are a future possibility.

Alternative liquid fuels—projects in this area must be given priority and linked to the probability of fuel supply; therefore, a background source of these fuels and their projected production costs is significant. Figure 4 shows the way to make liquid fuels from fossil fuels, oil, coal and natural gas and from renewable fuels. It is interesting to note that methanol and hydrogen are common fuel products of both groups.

I would draw your attention to Figure 4, if I may. You will recognize in the left column the raw materials from which our fuels are to be derived and certainly you also recognize that we have in Canada access to large quantities of these. The process required to make it into a liquid fuel is identified in the second column, and the nature of the liquid fuel in the third column.

[*Traduction*]

bien entendu, le Canada a une topographie à faible densité et que les clients y sont habitués à un certain choix d'essence pour leurs véhicules, il faut payer un certain prix pour faire le plein avec une essence à faible densité. L'hydrogène sous forme liquide a pour sa part un quart de l'énergie d'un gallon d'essence.

M. Gurbin: Je regrette, monsieur, mais pourriez-vous préciser cette question. Je comprends qu'un combustible à faible densité ne soit pas d'aussi bonne qualité qu'une essence à densité supérieure, mais pourquoi cela devrait-il être différent au Canada par rapport à d'autres régions?

M. Gravel: Parce que la distance moyenne entre les centres urbains y est supérieure et que ce facteur rend l'autonomie des véhicules plus importante qu'en Europe, disons, où une personne peut refaire le plein plus fréquemment, sans devoir compter sur l'augmentation d'une infrastructure. Nous sommes habitués à une autonomie de 200 à 300 milles, il ne faut pas l'oublier.

M. Gurbin: Alors, il n'existe aucun avantage intrinsèque, sauf les postes d'essence ou la taille du réservoir?

M. Gravel: Ce qui obige un poids ou un volume excédentaires et la reconception des véhicules. C'est juste.

L'électricité stockée en ce moment dans des piles disponibles sur le marché a une densité énergétique analogue à l'hydrogène emmagasiné comme gaz absorbé dans des catalyseurs de métal à hydrure. Aux États-Unis et en Europe, on perfectionne sans cesse les méthodes de stockage de ces deux sources de combustible, qui pourraient alimenter les véhicules urbains dont l'autonomie de déplacement importe peu.

Pour les véhicules à plus grande autonomie, une alimentation électrique directe, comme l'électrification des chemins de fer a été analysée dans une étude préliminaire et on s'intéresse présentement à l'utilisation éventuelle de carburants qui produiront de l'électricité grâce à des techniques de cellules à combustible. Les aéronefs alimentés à l'hydrogène sont du domaine du possible.

Les combustibles liquides de remplacement.—Les projets dans ce domaine doivent être prioritaires, tributaires qu'ils sont de la probabilité d'approvisionnement en carburant. Par conséquent, il est important de posséder une documentation sur ces combustibles ainsi que sur la projection de leurs coûts de production. Le tableau IV précise d'ailleurs le mode de production des carburants liquides à partir de combustibles fossiles, du pétrole, du charbon et du gaz naturel et de carburants renouvelables. Il est intéressant d'observer que le méthanol et l'hydrogène sont des dérivés ordinaires de ces deux groupes.

Permettez-moi d'attirer votre attention sur ce dernier tableau. Dans la colonne de gauche, vous observerez les matières premières dont nous tirons nos combustibles et vous reconnaîtrez également qu'au Canada nous avons accès à bon nombre de ces produits. Le procédé de transformation en carburant liquide est expliqué dans la deuxième colonne tandis que la troisième colonne donne la nature du combustible.

[*Text*]

• 1010

The projected production costs are shown in figure 5, from which it should be noted, based on the energy equivalent of gasoline, that methanol hydrogen produced from natural gas is within the current refinery cost of producing gasoline from oil.

This is a moving target, the rapid changes in the price of pretroleum produts and, of course, here we are basing our thinking on the world price. Since the research we are doing is aimed at providing practical solutions in time frames of not less than three years—more likely five; between five and fifteen years—the moving target of gasoline prices at that time is quite difficult to assess, but this suggests that already the production cost of certain of these alternative fuels is close to the present production cost of gasoline from petroleum based on international prices.

However, intensive research into producing liquid hydrocarbon fuels from coal and wood is likely to result in a lower cost fuel availability, but the engines that run this fuel are unlikely to be the current finely tuned gasoline engines, so that it is not a matter of directly substituting one fuel for the other; it is a matter of adapting our equipment to be able to use that fuel, which is another dimension of the problem.

The concept of using alternative fuels necessitates research and development in the application of these fuels and the preference to have vehicles equipped with multifuel operating capability or retrofit modifications to achieve this. Obviously, the ideal would be to have universal vehicles that can be operated from a range of alternative fuels. The extent fo to which this is possible is the object of the research.

Certainly the alternative fuel application in transport will only be evaluated from reiterative research and development in the fuel and engine combination, and may result in a more efficient combination than the current gasoline engine system. Canadian developments in producing alternative liquid fuels are touched on in another publication, and the following describes the application research and development being undertaken by Transport Canada.

Figure 6 shows the possible fuel supply routes from various sources and the projects being undertaken or assisted by federal or provincial governments in evaluating production methods and carrying out experimental production, leading to the transportation use projects. All projects are shown in boxes.

I would like to draw your attention to figure 6. At the top you will recognize the raw materials. The second line is the derived transport fuel. This has been generalized. For example, on the right-hand side we are getting away from liquid replacements; we are into electricity and hydrogen. The production position, that is, the state of activities as far as production is concerned, is described in the third line. In boxes

[*Translation*]

Les coûts de production projetés figurent au tableau V. Il faudrait toutefois souligner qu'en se fondant sur l'énergie équivalente de l'essence, la production de l'hydrogène de méthanol à partir du gaz naturel coûte le même prix que le raffinage de l'essence du pétrole.

La rapide évolution du prix des produits pétroliers constitue un sujet de perpétuelle adaptation, mais bien entendu nous nous fondons sur le prix international. Comme notre recherche vise à offrir des solutions pratiques dans des délais de plus de trois ans, plus vraisemblablement de cinq ans ou mieux, de cinq à quinze ans, le prix de l'essence est donc assez difficile à établir, mais cela nous amène à croire que déjà le coût de production de certains combustibles de substitution se rapproche du prix actuel de production de l'essence à partir du pétrole, fondé sur le prix international.

Cependant, la recherche intensive sur la production d'hydrocarbures liquides dérivés du charbon et du bois entraînera vraisemblablement la disponibilité de carburants à des prix inférieurs, mais les moteurs y employés ne correpondront certainement pas aux moteurs à essence bien réglés que nous connaissons en ce moment, de sorte qu'il ne s'agit pas simplement de remplacer un carburant par un autre, mais d'adapter notre équipement pour employer ce carburant, ce qui complique le problème.

Le concept d'utilisation de combustibles de substitution exige un travail de recherche et de développement sur leur application et la préférence à accorder aux véhicules modifiés ou adaptés à des carburants multiples. De toute évidence, l'idéal serait d'avoir des véhicules universels susceptibles de fonctionner grâce à une gamme de combustibles divers. Notre recherche porte justement sur la possibilité de cette solution.

Naturellement, l'adoption de combustibles de substitution dans le domaine du transport ne sera examinée que grâce à une recherche et à un développement réitérés de la combinaison de l'essence et du moteur, et est susceptible de donner une combinaison plus efficace que le système actuel de moteur à essence. Les progrès réalisés au Canada au titre de la production d'autres formules de carburants liquides sont analysés dans une autre publication, et ce qui suit décrit les travaux de recherche et de développement entrepris par Transports Canada.

Le tableau VI présente les routes d'approvisionnement éventuelles en carburant tirées de diverses sources et les projets entrepris ou réalisés grâce à l'assistance du gouvernement férédal ou des gouvernements provinciaux en matière d'évaluation des méthodes de production et de réalisation de la production expérimentale qui mènera aux projets d'utilisation au titre du transport. Tous les projets sont précisés dans les cases.

J'aimerais attirer votre attention sur ce tableau. En haut, vous reconnaîtrez les matières premières. La deuxième ligne donne le carburant de transport dérivé, généralisé. A titre d'illustration, du côté droit, nous nous éloignons des substituts liquides pour nous intéresser à l'électricité et à l'hydrogène. L'état de la production est décrit à la troisième ligne. Les cases indiquent les projets en cours ou sur le point d'être lancés et

[*Texte*]

are indicated projects which are now in progress, or close to being in progress and approved, on the Canadian scene, with comments for some others.

This is the third line, the production projects. Then we have the next phase of moving the product to the user as a distribution system. Comments are made on each of these fuels on that line, and the last series of boxes relates to projects related to the use of these various fuels—that is, their trial and their fitting into our fleet or the adaptation of our equipment in fleet to these different fuels. You will see that on the left-hand side there are trials for M10 and M15 in cars. These are a 10 per cent and 15 per cent methanol and gasoline mixtures respectively.

• 1015

An emulsifier project is indicated in that line, and these are the emulsifier projects, et cetera. On the right hand side you will see a study in rail electrification as a means of applying electricity to the rail sector; a development and demonstration project for a service van as an electric vehicle, and various information studies on the hydrogen cycle or use. Projects identified but not in hand are in dotted boxes. For example, on the right hand side, the electric hybrid solution to the electric vehicle is under consideration, leading to, on the bottom line, projects on the actual trials and field projects on diesel engines, broad cut fuels, stratified charge spark assisted engines, eventually a K cycle engine, and ultimately a hybrid vehicle assessment project.

This, in summary form, is the scope of activities. As you will recognize, we, as spokesmen for the transport sector, concentrate our attention on the bottom section; that is, the adaptation of the fleet and the trials of various fuels as they are likely to be made available to the transport sector. Oil sands prospects of off-specification and broad-cut fuels: At present two oil sands plants produce 240,000 barrels of synthetic crude per day, providing a more aromatic feedstock particularly suited to high octane gasoline production. Projects associated with this increasing aromatic feedstock to 1995 are shown in figure 7.

A similar presentation is made here in more detail. The fuel, the product position, the production, the distribution and the adaptation of our fleet and our equipment is on the bottom line. A refinery study project is intended to indicate the range of opportunities for fuel composition changes using synthetic and other crude oil feedstocks. In particular, we wish to examine the feasibility of operating diesel engines on a broader fuel cut. This means, of course, a fuel which will have a different specification from the one which is presently used in diesel engines.

It is quite important to evaluate this carefully before this is standardized, because the operating life of the engine or its performance or its serviceability could be affected quite seriously. This is one way to alleviate a tightening diesel supply

[*Traduction*]

approuvés sur la scène canadienne, accompagnés de commentaires dans d'autres cas. Il s'agit de la troisième ligne: les projets de production.

Ensuite, nous passons à la prochaine phase de transport du produit à l'usager dans le cadre du réseau de distribution. Sur cette ligne, chaque carburant est commenté et la dernière série de cases porte sur les projets connexes à leur emploi, soit leur essai et leur adaptation à notre parc-automobile ou l'adaptation de l'équipement de notre parc-auto à ces différents carburants. Vous constaterez au côté gauche des tests de M10 et M15 pour les voitures, soit respectivement d'un mélange de 10 p. 100 et de 15 p. 100 de méthanol et d'essence.

Cette ligne fait état des projets d'émulseur et autres. A droite, vous remarquerez une étude sur l'électrification des chemins de fer comme moyen d'adaptation de l'électricité au secteur ferroviaire, un projet de développement et d'essai d'une camionnette de service comme véhicule électrique et diverses études d'information sur le cycle ou l'emploi de l'hydrogène. Les projets identifiés mais non disponibles, figurent dans les cases en pointillé. Ainsi, à droite, la solution électrique hybride pour le véhicule électrique fait l'objet d'une étude, ce qui amène à la dernière ligne, aux projets expérimentaux et sur le terrain sur les moteurs diesel, les combustibles combinés dans une coupe large, un jeu de moteurs à charge stratifiée avec bougies, éventuellement un moteur à cycle K et en dernier lieu, un projet d'évaluation d'un véhicule hybride.

Voilà en résumé l'objectif de nos travaux. Comme vous le remarquerez, en tant que porte-parole du secteur des transports, nous nous concentrons sur la section du bas, soit l'adaptation du parc automobile et les tests de combustibles divers susceptibles de servir au secteur du transport. Les perspectives des combustibles hors-catégorie et combinés dans une coupe large qu'offrent les sables bitumineux. Pour l'instant, deux usines de pétrole dérivé des sables bitumineux produisent 240,000 barils de brut synthétique par jour, ce qui donne des produits plus aromatiques, particulièrement adaptés à une production d'essence à teneur en octane supérieure. Les projets y afférents prévus jusqu'en 1995 figurent au tableau VII.

On y fait une présentation analogue plus détaillée. Le carburant, la situation de la production, la production, la distribution et l'adaptation de notre parc auto et de notre équipement se trouvent à la dernière ligne. Un projet d'étude de raffinerie vise à indiquer l'éventail des possibilité de changements au titre de la composition du pétrole, à l'aide de produits synthétiques et d'autres dérivés du pétrole brut. En particulier, nous désirons examiner la possibilité de fontionnement des moteurs diesel à l'aide d'un carburant plus coupé, ce qui suppose, bien entendu, un carburant aux caractéristiques différentes de celles du carburant présentement employé pour les moteurs diesel.

Il est assez important d'examiner attentivement cette question avant de la normaliser, parce que la durée d'un moteur ou son rendement pourraient en être assez fortement touchés. C'est l'unique manière de diminuer un approvisionnement en

[*Text*]

situation foreseen for the mid-nineteen-eighties and could be used in modified gasoline engines, known as spark assisted stratified charge engines.

Going on now to methanol, 15 per cent methanol in gasoline may be provided from a variety of sources as shown in figure 8; a similar presentation here. Problems of distributing this fuel have not been addressed. The present supply meets the requirements of the chemical industry and is produced from natural gas. Should methanol be produced in commercial fuel quantities, it could be used effectively in transportation as a fuel extender by mixing with gasoline in 10 per cent or 15 per cent quantities, or with an emulsifier retrofit it can be used in diesel engines. Using a retrofit for gasoline engines, it appears possible to use up to 35 per cent methanol.

The above are options which are being further assessed in the projects shown to check their performance in Canadian winter conditions. The previously mentioned stratified charge engine prototype appears ideal to operate on 100 per cent methanol and is to be the subject of road trials and dynamometer evaluation in January and February 1981.

• 1025

If I may make a remark here, you will recognize that our effort has to be, and is normally, complementary to the scientific and technical effort carried out in other sections of the world. Therefore, we are, as part of our work, carefully watching and appraising the activities of other scientists and technical people in the rest of the world.

One of the things that arises out of this is an increased effort to satisfy Canadian conditions, one of the most obvious of which is being brought to our attention today by the weather conditions. There are other things; the exact mixtures and the exact quality of the material that will be forthcoming from our own raw material sources could have minor differences from what is available elsewhere. So it is important not only to centre our effort on meeting Canadian needs but to verify, under Canadian conditions, many of the things that, on first examination, might seem to be easy just to take over from a foreign country. This research work must lead to practical applications and major investments could be made by the public and industry on the basis of unreliable data, so it is quite important to verify, by actual demonstrations and running long tests, any system or scheme that is contemplated for deployment in Canada.

The potential for gasoline and diesel fuel displacement is evident from the above percentage extender figures, in the ultimate to 100 per cent of gasoline, providing engines were made available in new fleet stock.

Natural gas and propane: Propane retrofit kits are commercially available and could be used to displace the oil equivalent of the currently exported 160,000 barrels per day.

[*Translation*]

mazout de plus en plus limité que l'on prévoit pour le milieu des années '80 et susceptible d'être employé pour les moteurs à essence modifiés et connus sous le nom de moteurs à charge stratifiée avec bougies.

Quant au méthanol, 15 p. 100 du méthanol contenu dans l'essence peut provenir de diverses sources, comme l'indique le tableau VIII, une présentation analogue. Nous ne nous sommes pas attaqués aux problèmes de distribution de ce carburant. L'approvisionnement actuel qui est tiré du gaz naturel répond aux besoins de l'industrie chimique. Si le méthanol était fabriqué en quantités commerciales, il pourrait servir au transport comme additif au carburant grâce à un mélange à l'essence de 10 p. 100 ou de 15 p. 100 de méthanol ou à l'adaptation d'un émulseur, il peut être employé dans les moteurs diesel. L'adaptation aux moteurs à essence semble promettre l'emploi d'un mélange de méthanol allant jusqu'à 35 p. 100.

Les produits qui précèdent sont des solutions envisagées dans les projets précisés pour en vérifier le rendement sous les conditions rigoureuses de l'hiver canadien. Le prototype susmentionné de moteur à charge stratifiée semble idéal pour fonctionner entièrement au méthanol et il sera d'ailleurs soumis à des tests de route et à une évaluation au dynamomètre en janvier et février 1981.

Permettez-moi de faire observer que vous constaterez que nos efforts complètent normalement ceux des scientifiques et des techniciens déployés dans d'autres parties du monde. Par conséquent, une partie de notre travail consiste à surveiller attentivement et à évaluer les activités d'autres scientifiques et techniciens du reste du monde.

Ceci démontre donc notre effort croissant de répondre aux conditions canadiennes, dont la plus apparente nous est imposée aujourd'hui par les conditions climatiques. Il y a autre chose, comme le mélange parfait et la qualité exacte des matériaux mis au point à partir de nos matières premières, qui pourrait donner des différences minimes par rapport à ce qui est disponible ailleurs. Il est donc important non seulement de concentrer nos efforts pour répondre aux besoins des Canadiens, mais également de vérifier, dans les conditions du pays, bon nombre d'éléments qui, de prime abord, pourraient sembler faciles à emprunter tout simplement d'un autre pays. Ce travail de recherche doit déboucher sur des applications pratiques. Or, le public et l'industrie pourraient investir des sommes importantes en se fondant sur des données incertaines, de sorte qu'il importe de vérifier, grâce à des expériences véritables et des tests prolongés, tout système ou modèle envisagé pour le Canada.

Le potentiel de remplacement de l'essence et du mazout est manifeste d'après les chiffres procentuels d'allongement, jusqu'à 100 p. 100 de l'essence, à condition que le parc automobile dispose des moteurs y adaptés.

Le gaz naturel et le propane: Les formules de recyclage au gaz propane sont offerts en commerce et pourraient remplacer l'équivalent actuel en pétrole des 160,000 barils exportés par jour.

[*Texte*]

Compressed natural gas can be used with suitable retrofit to gasoline engines; diesel engines can be made to operate with both diesel fuel and natural gas.

Projects are in hand assessing the operation of both fuels in the Canadian climate, where cold weather starting and driveability are of paramount importance.

Synthetic hydrocarbon fuels, figure 9. Again, there is a detailed diagram, in the same form, of the various projects which are required to proceed from wood and peat through synthetic hydrocarbons to the transport engines.

This group of fuels includes a synthetic gasoline produced by catalytic synthesis from methanol. Its use would present no difficulties within the present automobile fleet. The only project in this area is to assess the fuel efficiency of a high compression ratio gasoline engine and to note its driveability and emission characteristics.

Other synthetic hydrocarbon fuels can originate from a variety of sources, as shown in figure 9. However, when pilot plants are mounted and can produce test quantities of fuels, or can synthesize the fuels, the reiterative refinement of a fuel/engine systems optimization can start in this area where a renewable, cultivated energy source can play an important part. It is too early to predict the potential of this source of oil displacement; it is almost certain to have regional development implications, in view of the different locations of wood and rapeseed crops and peat recovery.

Electricity and hydrogen: Electric-powered automobiles are at present low-speed, short-range and low-performance vehicles, due to limited battery capacity, and are, therefore, confined to the urban areas. In the Canadian winter climate, the energy for heating the vehicle has to be provided by a small gasoline heater.

Traction battery R&D shows signs of reducing the heavy battery weight, which currently penalizes the vehicle performance. The development of an electric service vehicle is a project with Marathon electric Vehicles Incorporated, which may be followed by a design to incorporate a hybrid power system using electric power derived from batteries and a small internal combustion engine. The particular advantage of this solution, although it is an intermediate one as a replacement of liquid hydrocarbons, is that the internal combustion engine waste heat can be used to heat the cabin rather than the burning of fuel. Five short-haul service vehicles are now in operation with the St. Lawrence Seaway Authorities in the Welland Canal area, where they are subject to duty cycle tests and data gathering for improving their design and operation.

Operating on stored power from batteries, this type of vehicle would provide urban transport from electricity, 69 per

[*Traduction*]

Le gaz naturel comprimé peut servir, grâce au recyclage pertinent des moteurs à essence, alors que les moteurs diesel peuvent être adaptés au mazout et au gaz naturel.

On dispose de projets d'évaluation du rendement de ces deux gaz en climat canadien où les démarrages et la possibilité de conduite par temps froid revêtent une importance capitale.

Les hydrocarbures synthétiques au tableau IX. Ce tableau offre un autre diagramme détaillé, sous une forme identique, des divers projets imposés à partir du bois et de la tourbe par le biais des hydrocarbures synthétiques pour les moteurs de transport.

Ce groupe de combustibles comprend une essence artificielle produite par synthèse catalytique à partir du méthanol, dont l'emploi ne constituerait aucune difficulté pour notre parc automobile. L'unique projet dans ce domaine consiste à évaluer la consommation d'un moteur à essence doté d'un rapport de compression élevé et à prendre note de ses caractéristiques de conduite et d'échappement.

D'autres hydrocarbures synthétiques peuvent être produits à partir de diverses sources, comme l'indique ce tableau. Cependant, lors de la construction des usines témoins qui peuvent produire des quantités expériementales de carburants ou synthétiser les combustibles, le perfectionnement réitéré d'une maximalisation des systèmes à carburant/moteur peut survenir dans ce domaine où une source d'énergie renouvelable cultivée peut jouer un rôle important. Il est trop tôt pour prédire le potentiel de substitution de cette source d'essence, mais il est presque assuré que l'on obtienne des répercussions au titre de l'expansion régionale, compte tenu des différents emplacements des forêts et des récoltes de graines de colza et de la récupération de la tourbe.

L'électricité et l'hydrogène—En ce moment, les véhicules alimentés à l'électricité circulent très lentement, leur autonomie est très courte et leur rendement est assez faible, en raison du potentiel limité de la batterie et, par conséquent, ils sont confinés au secteur urbain. Sous le climat hivernal du Canada, l'énergie nécessaire au réchauffement de ces véhicules doit être assurée par une petite chaufferette à essence.

Le travail de R&D sur une pile de traction indique des signes de réduction du poids de la batterie, qui diminue généralement le rendement du véhicule. Nous travaillons de concert avec la Marathon Electric Vehicles Incorporated à la conception d'un véhicule de service électrique susceptible d'intégrer un système électrique hybride obtenu à l'aide de l'électricité produite par des piles et d'un petit moteur à combustion interne. L'avantage de cette formule, même s'il s'agit d'une formule temporaire de remplacement des hydrocarbures liquides vient du fait que la chaleur perdue du moteur à combustion interne peut servir à réchauffer l'habitacle au lieu de brûle inutilement de l'essence. D'ailleurs en ce moment cinq véhicules de ce genre à faible autonomie sont employés à l'Administration de la Voie maritime du Saint-Laurent dans le secteur du canal Welland où ils sont soumis à des tests de durée et à la cueillette de données destinées à en améliorer la conception et le fonctionnement.

Alimenté par l'électricité emmagasiné dans des piles, ce type de véhicule assurerait un transport urbain à l'électricité, dont

[*Text*]

cent of which was generated from renewable hydro sources in 1979. The oil displacement of 20,000 vehicles would be in the order of 1,000 barrels per day.

Hydrogen—Reference Figure 10. Again, the hydrogen research activities are shown in the boxes and the Transport studies on hydride and cryogenic storage for cars, and a study is contemplated for air cargo application with an international group.

Hydrogen derived principally from water and electricity: this is an attractive nonhydrocarbon fuel and is to be considered as portable electricity. Internal combustion engines now used for surface transport can use hydrogen, as can turbines for air transport.

Hydrogen production is costly and R&D projects to improve the efficiency of production are managed by NRC. Assessment of the long-term use of hydrogen in different engines is yet to be made. Metal embrittlement at high temperatures occurs. This is quite a serious storage problem, as you probably have heard.

In-house monitoring projects of world developments are in hand, and Transport Canada is associated with an international hydrogen powered freight aircraft. Canada is a signatory of the IEA hydrogen implementation agreement. No significant use of hydrogen as a transportation fuel is foreseen until the nineteen-nineties.

Priorizing R&D in Transport Alternative Fuels: From such a varied resource base and range of alternative fuels potentially available, R&D priorizing can only be made in terms of the likely availability of the fuel and the amount of oil it could replace. Therefore, the criteria are:

a) fuel should preferably be liquid and have a high energy density,

b) the likely availability of a fuel though its distribution and marketing system should be checked out,

c) lower cost alternatives should have priority in assessment.

From projections made by EMR given in Figure 11, our current immediate priorities are confirmed as follows, and I would draw your attention to Figure 11, which is derived from a recent publication of Energy, Mines and Resources. It shows on the horizontal axis the estimated production availability of fuel in Canada and on the other axis the estimated production cost. Obviously, these are based on research and development data and they are estimates, except what is on the left-hand side. Conventional oil quality is well established, and the price, if course, is a moving target, as I said before. Now, if we seek to make up the shortfall for our needs it shows here that new markets for propane and residual oil could contribute an equivalent of 200,000 barrels of fuel a day at costs only slightly above the present in the range of 15 to 25 dollars per barrel production costs. That is this what this access means.

[*Translation*]

69 p. 100 provenait de sources électriques renouvelables en 1979. Le remplacement de l'essence de 20,000 véhicules serait de l'ordre de 1,000 barils par jour.

L'hydrogène—Tableau I—Les cases font état de la recherche sur l'hydrogène, tout comme des études du Ministère sur le stockage de l'hydrure et des cryogènes pour les automobiles. On envisage une étude sur l'application au transport aérien des marchandises en collaboration avec un groupe international.

L'hydrogène dérivé principalement de l'eau et de l'électricité: il s'agit d'un carburant nonhydrocarbure attrayant qui doit être envisagé comme de l'électricité portable. Les moteurs à combustion interne employés présentement pour le transport terrestre peuvent être alimentés à l'hydrogène, tout comme les turbines pour le transport aérien.

La production de l'hydrogène est coûteuse et les projets de R&D destinés à en améliorer l'efficacité sont présentement administrés par le CNR. L'évaluation de l'utilisation à long terme de l'hydrogène dans différents moteurs reste encore à faire. Le métal devient revêche à très haute température, ce qui présente un grave problème d'entreposage, comme vous en avez probablement entendu parler.

Il existe des projets de surveillance interne des découvertes dans le monde et Transports Canada travaille dans ce cadre à un avion de transport international alimenté à l'hydrogène. Le Canada est signataire de l'accord d'adoption de l'hydrogène de l'IEA, mais on n'envisage aucune utilisation importante comme combustible de transport avant les années 90.

La priorité des travaux de R&D sur les combustibles de substitution pour le transport.—Face à tant de ressources aussi variées et à une gamme de combustibles de remplacement éventuellement disponibles, on ne peut accorder la priorité de la R&D qu'en fonction de la disponibilité éventuelle de carburant et du volume d'essence qu'il pourrait remplacer. Ces critères sont donc les suivants:

a) le carburant devrait de préférence être liquide et posséder une densité énergétique élevée,

b) la disponibilité vraisemblable d'un carburant, même si les réseaux de distribution et de commercialisation devraient être vérifiés,

c) les formules plus économiques devraient avoir la préséance lors de l'évaluation.

D'après les extrapolations effectuées par le MEMR qui figurent au tableau XI nos priorités immédiates sont confirmées de la manière suivante, et j'attirerais votre attention sur ce tableau, qui est tiré d'une récente publication du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources. Il indique, sur l'axe horizontal, la disponibilité de la production de carburant prévue au Canada et sur l'autre axe, son coût de production approximatif. De toute évidence, ces chiffres se fondent sur les données de recherche et de développement et correspondent à des prévisions, sauf pour ce qui figure au côté gauche. La qualité du pétrole classique est bien connue, et le prix, bien entendu, évolue sans cesse, comme je l'ai dit précédemment. Si l'on essaie de répondre à la pénurie, on constate que de nouveaux marchés de propane et résidus du pétrole pourraient offrir l'équivalent de 200,000 barils de pétrole par jour à un

[*Texte*]

• 1030

Then, going to unconventional oils we have quite an availability there, a figure of 600,000 barrels a day appears to be available and would take us to a total production if it was all exploited of 1,600,000 barrels a day and progressively the same way for alcohol fuels and compressed natural gas, new hydrocabon fuels and others. As you see, this exemplifies a strategy of the marketplace whereby the lowest price runs would be used first, and obviously it is a guide for us in priorizing our research so that we can cope with these in the order in which they are likely to be adopted by the market. Of course, these figures will get more precise as the research progresses and as we get a better handle on both prices and qualities. So I have actually outlined to you what the content of figure 11 is.

As a final word, I would like to insist on the importance of standardization of our work leading to some form of common agreement on the market-place—the necessity of standardization for economic efficiency while maintaining some flexibility as between the capability in each region of Canada to meet these needs. Certainly the case is quite clear that liquid fuels to replace the needed portion of our present liquid hydrocarbon usage is the priority for the transport sector. The national energy plan calls for a reduction in the use of liquid fuels in stationary use which should release progressively some for the transport sector which, because of its technical make up, is not as readily capable of adapting to other than liquid fuels.

Now, I would certainly want to expound in more detail in any area which you would wish to ask us questions on. I would also like to say that being the last, I was concerned about expoudning in too much detail on any one of these since you have heard and have been acquainted with a lot of these factors from other quarters.

The Chairman: Thank you very much.

I have no names on the list so far. I knew that would get somebody. Mr. MacBain.

Mr. MacBain: Mr. Chairman, this is, the last formal meeting of our witnesses if I am not mistaken. I have enjoyed the presentation very much. It was a rather detailed presentation. Of course we have it in detail so I want to keep away from the detail. I want to address a question which might be a bit frightening to try to answer but I just want to do it for obvious reasons.

What happens if, in 1985, we say to Transport Canada, your liquid fuel will be 25 per cent of what it was in 1980? What would happen to Transport Canada if we tell you in 1985 that your fuel use will be 50 per cent of what it was in 1980? Those are the only two questions I have, Mr. Chairman.

The Chairman: Do you want a yes or no?

[*Traduction*]

prix légèrement supérieur au prix de production actuel de 15 à 25 dollars le baril.

Quant aux carburants non classiques, nous en disposons d'une gamme assez vaste, soit de 600,000 barils par jour, ce qui nous amènerait à une production totale, si elle était entièrement exploitée, de 1,600,000 barils par jour et progressivement, l'on connaîtrait le même phénomène pour les combustibles à base d'alcool et le gaz naturel comprimé, les nouveaux hydrocarbures et autres. Comme vous le voyez, cela illustre bien la stratégie du marché fondée sur la rentabilité de production et, de toute évidence, ceci nous aide à fixer la priorité à accorder à notre recherche, pour y répondre de manière à les faire adopter par le marché. Bien entendu, ces chiffres se préciseront au gré de la recherche et au fur et à mesure que nous aurons une meilleure emprise sur les prix et la qualité. Voilà donc pour le tableau XI.

En terminant, j'aimerais insister sur l'importance de la normalisation de notre travail en vue d'obtenir une certaine formule d'accord sur le marché, la nécessité d'une normalisation en vue d'une rentabilité, tout en assurant une certaine flexibilité entre le potentiel de chaque région du Canada de répondre à ces besoins. De toute évidence, il est assez clair que, dans le domaine du transport, il faille accorder la priorité au remplacement de la portion nécessaire de notre emploi actuel d'hydrocarbures liquides par des carburants liquides. Le plan national d'énergie exige une diminution de l'emploi des carburants liquides sous sa forme stationnaire qui pourrait progressivement en réserver certains pour le secteur du transport qui, en raison de son infrastructure technique, ne peut s'adapter aussi facilement à d'autres carburants qu'aux carburants liquides.

Je suis prêt à répondre plus en détail à certaines questions que vous voudrez bien poser. J'aimerais également ajouter qu'étant le dernier témoin, j'ai cherché à ne pas m'épancher inutilement, étant donné que vous avez déjà entendu parler d'un grand nombre de ces facteurs ou que vous en êtes déjà au courant.

Le président: Merci beaucoup.

Aucun nom ne figure sur la liste. Je savais bien que je trouverais un candidat. Monsieur MacBain.

M. MacBain: Monsieur le président, je ne crois pas me tromper en affirmant qu'il s'agit de la dernière séance de témoignage. J'ai beaucoup apprécié cette présentation, qui était assez détaillée et pour cette raison, j'aimerais m'en éloigner quelque peu. Je voudrais toutefois poser une question qui peut légèrement épouvanter, mais j'aimerais la poser pour des raisons évidentes.

Qu'adviendra-t-il si en 1985, on dit à Transports Canada, que son carburant liquide ne correspondra qu'au quart ou à la moitié de ce qu'il était en 1980? C'est tout ce que j'aimerais savoir, monsieur le président.

Le président: Voudriez-vous que l'on réponde par l'affirmative ou par la négative?

[*Text*]

Mr. MacBain: I would like either the witness to run out of the room or tell me what he thinks. He is probably going to run out of the room and I would understand.

Mr. Neil R. Gore (Director, Strategic Studies Branch, Transport Canada): Do you mean Transport Canada or do you mean the transportation sector?

Mr. MacBain: The transportation sector of Transport Canada. You probably do a lot of things. I am just interested to know what is going to happen to transportation in Canada in 1985 if we have a 25 per cent cut? I was interested in what you think in the matter. I personnally think it is a reasonable suggestion that you are going to have a 25 per cent cut in the availability of liquid fuels in 1985. What would happen to the transportation in Canada at a 25 per cent cut, and then I would like to give you the much more drastic , but hopefully not realistic, amount of 50 per cent cut?

• 1035

Mr. Gore: I think if there were a sudden cut of 25 per cent, there would be chaos, but it would provide perhaps an impetus to address the problem at the correct level, which we are probably not doing at the present time.

Mr. MacBain: I do not need my second question answered. I was afraid that would be the answer, and I appreciate your frank answer.

Le président: Oui, monsieur Gravel.

Mr. Gravel: Of course, the Energy Supplies Allocation Board, with whom we have worked on the emergency plans, have forced us to reflect on this to some extent. Obviously this would bring in these plans. The government services for the public and so on of course have priority, so these would carry on. The priority system, that you are certainly aware of, indicates that every effort will be made to maintain first, safety and sustenance life and security of the nation and, secondly, its economy, to the extent that it can be done.

As we are all well aware, there is a fair amount of margin in the present use of liquid fuels in the automobile. The automobile is not used efficiently now and therefore the rationing scheme would effect the cuts there.

I do not think I share fully the opinion of my colleague here, which suggests that there would be chaos. I think there would be a lot of concern and protestations from the public, but I think that much of the loss would come from the reduction of waste or bad use of automobiles in our cities, et cetera, et cetera. Therefore without reflecting further, although I cannot say exactly, I cannot share the view that it would be chaos. I think we have had examples in the time of World War II when some drastic cuts were made and the economy maintained its operations. We have generally the private automobile as an example of a large amount of waste. I do not know whether 25 per cent would begin to hit very hard, but I suspect that the bulk of the 25 per cent could be taken out of better manage-

[*Translation*]

M. MacBain: De deux choses l'une, ou le témoin sort de la pièce ou il me dit ce qu'il en pense. Il s'en ira probablement, ce que je comprendrai.

M. Neil R. Gore (directeur, Études stratégiques, Transports Canada): Parlez-vous de Transports Canada ou du secteur du transport?

M. MacBain: Le secteur du transport de Transports Canada. Votre activité est sûrement variée, mais j'aimerais tout simplement savoir ce qu'il adviendrait du transport au Canada en 1985, si l'on imposait une réduction de 25 p. 100. J'aimerais connaître votre opinion à ce sujet. Il me semble tout à fait réaliste de poser comme hypothèse qu'il y aura une diminution de la disponibilité des carburants liquides de 25 p. 100 en 1985. Devant une telle éventualité, qu'adviendra-t-il donc du transport au Canada et en imaginant une coupure encore plus drastique, que nous espérons un peu fantaisiste, de 50 p. 100?

M. Gore: A mon avis, s'il y avait une coupure soudaine de 25 p. 100, ce serait désastreux, mais cela nous fournirait sûrement l'occasion de nous attaquer à la question d'une manière réaliste, ce que nous ne faisons probablement pas en ce moment.

M. MacBain: Je n'ai pas besoin que l'on réponde à ma deuxième question. Je craignais que l'on ne donne cette réponse, mais je vous sais gré de votre franchise.

The Chairman: Yes, Mr. Gravel.

M. Gravel: Bien entendu, l'Office de répartition des approvisionnements d'énergie avec lequel nous avons travaillé aux plans d'urgence, nous a obligé à nous concentrer sur ce sujet dans une certaine mesure. De toute évidence, cela entraînerait l'adoption de ces plans. Les services gouvernementaux offerts au public et ainsi de suite ont naturellement priorité, afin d'en assurer le maintien. Le système de priorité, que vous connaissez certainement, stipule que l'on doit faire tout en notre pouvoir pour tenir compte en premier lieu de la sécurité et du maintien de la nation et en second lieu, de son économie, dans la mesure du possible.

Comme nous le savons tous, nous disposons d'une marge assez grande pour l'emploi actuel de combustibles liquides pour l'automobile. L'auto n'est pas employée en toute efficacité en ce moment et par conséquent, le rationnement y imposerait des coupures.

Je ne partage pas entièrement l'avis de mon collègue qui prétend que la situation serait désastreuse. Cela susciterait beaucoup d'inquiétude et de protestations de la part du public, mais il me semble qu'une grande partie de la perte proviendrait de la diminution des déchets ou du mauvais usage des automobiles dans nos villes, et ainsi de suite. Par conséquent, sans plus y réfléchir, même si je suis incapable de donner de chiffres précis, je ne peux partager l'opinion de mon collègue. Nous avons connu, il me semble, bon nombre d'exemples de cet ordre lors de la Seconde Guerre mondiale alors que nous avons subi des coupures drastiques et l'économie s'est pourtant maintenue. Nous citons d'habitude le secteur de l'automobile comme principale cause des grandes pertes. Je ne sais pas si

[*Texte*]

ment of our fuel in the hands of where the waste is now. For example, our truck fleets are not using return hauls in many cases and they would be forced to do so to survive. As I think Mr. Gore intimated, this would drive the point home very clearly. I would share his view more on the 50 per cent cut; then we would start having some serious problems.

Mr. MacBain: This prompts a reply, Mr. Chairman. I do not know what the percentage reduction of liquid fuel in the United States was in 1973, but I am sure it was nowhere near 25 per cent; it was probably closer to 5 or 10 per cent. There certainly was not chaos, but it was not that far. I would just like to say for the record—and I do not know either, gentlemen—that I am certainly much more impressed by the first answer than by the second. Although I wish the second answer were right, I must say that I do not share your optimism at all.

The Chairman: Mr. Gore.

Mr. Gore: I used the word "chaos". That may be a bit strong. What I mean is that there is considerable potential for the reduction in discretionary automobile travel—we know that—without necessarily reducing to any extent people's mobility and standard of living, but I think if there were a sudden cut of 25 per cent, there would be chaos in the sense that people would have to adapt, and you gave an illustration of what happened in the United States with somewhat less than 25 per cent.

• 1040

Now, I think that if it is done in a measured way and the energy allocation plans are further developed and people are sensitized to what might happen, that would to some extent reduce the degree of chaos. We have mentioned in the presentation that our emphasis at the present time is on broad-cut fuels and I think this is important in the context that you are talking about this question, because one of the problems is that the refinery structure at the moment is such that there is limited flexibility in getting out the gasoline products and the middle distillate products and so on, so that one might say that if there were a real shortage, one of the things to do would be to bring in gasoline rationing and cut it out of that discretionary travel. However, that would affect the output of the refiners in diesel fuel. In other words, they have a certain slate of pots coming off. There are certain limitations in the flexibility of the output from the refineries. So we are at the moment looking very seriously at the stratified charge engine that could use a wider cut fuel from the barrel.

Mr. MacBain: That would be helpful certainly. Thanks, Mr. Chairman.

The Chairman: Mr. Gurbin, please.

[*Traduction*]

une diminution de 25% toucherait durement ce secteur, mais je crois que ce pourcentage pourrait dans l'ensemble être assuré par une meilleure gestion du pétrole dont nous disposons et d'où provient la perte. Ainsi, notre parc de camions ne ramènent pas de marchandises au retour, ce qu'ils seraient obligés de faire souvent pour survivre. Si j'ai bien compris le sens des paroles de M. Gore, cela nous mènerait droit au problème. Je partagerais toutefois son opinion plus volontiers en cas de diminution de la moitié où nous commencerions à avoir de graves problèmes.

M. MacBain: Cela exige une réponse, Monsieur le président. Je ne connais pas le pourcentage de la diminution du combustible liquide aux États-Unis en 1973, mais je suis certain qu'en aucun cas, il ne se rapprochait de 25%. Il était probablement plus près de 5 ou de 10%. La situation n'était certainement pas désastreuse, mais ce n'y était pas très loin. J'aimerais tout simplement ajouter, Messieurs, que je suis manifestement beaucoup plus satisfait de la première réponse que de la deuxième. Même si je souhaiterais que la deuxième soit exacte. Je dois avouer que je ne partage aucunement votre optimisme.

Le président: M. Gore.

M. Gore: J'ai employé le terme «désastreux» qui est peut-être un peu fort. Je veux dire par là qu'il existe une forte chance de diminution au chapitre des voyages touristiques en automobile, nous le savons tous, sans nécessairement réduire pour autant la possibilité de déplacement des gens et leur niveau de vie, mais à mon avis, s'il y avait une brusque coupure de 25%, la situation serait désastreuse en ce sens que les gens devraient s'adapter, comme vous venez de le préciser pour les États-Unis, qui ont connu une diminution bien inférieure à 25%.

Si les choses se font avec mesure, si les plans de répartition de l'énergie sont mis au point et si la population est sensibilisée à ce que peut nous réserver l'avenir, nous réduirons l'importance du désastre dans une certaine mesure. Nous avons mentionné dans la présentation que pour l'instant, nous insistons sur les combustibles largement coupés ce qui est important dans le contexte que nous envisageons, parce que l'un des problèmes auxquels nous faisons face vient du fait que la formule de raffinerie actuelle suppose une souplesse limitée de la production de l'essence et des sous-produits distillés et autres. On pourrait donc dire que s'il y avait véritable pénurie, on imposerait, entre autres mesures, le rationnement de l'essence et on couperait les voyages d'agrément. Toutefois, cela influerait sur la production des raffineurs de carburants diesel. Autrement dit, cela diminuerait quelque peu leurs profits. Il y a certaines limites à la flexibilité du rendement des raffineries. En ce moment, nous nous tournons très sérieusement vers le moteur par charge stratifiée susceptible d'être alimenté par un combustible plus coupé du baril.

M. MacBain: Cela serait sûrement utile. Merci, monsieur le Président.

Le président: M. Gurbin, je vous prie.

[*Text*]

Mr. Gurbin: I guess the irony of that argument is the fact that if we have that built-in reserve, if we have that opportunity right now, this is one of the things that this committee has to address. We have not really approached it from this angle before, but I guess our ability to influence the transition or the improved efficiency of what is there now, that margin we have that you are identifying as needing rationing in order to accomplish . . . is there any other way that is looked at in your mind? There is a big discussion on the economic part, the pricing and so on, and we will leave that out of this discussion if you like because I think we have hammered that one almost to death. But short of rationing, is there any other way in your mind that we can impress on the consumptive population what has to be done?

Mr. Gravel: I cannot think of any. The experience of other countries, I think, is well documented and in the experience of the U.S. again, the public has been used to having its way and to having a lot of freedom in this domain, and therefore I do not think that any other practical scheme can be thought of to allocate the limited resources in an equitable way.

Mr. Gurbin: So the lights have to go out before people will believe there is a shortage.

Mr. Gravel: Figuratively speaking, yes. I hope it is not the lights, but certainly they drive to their corner store for a package of cigarettes. yes.

Mr. Gurbin: You do not think there is any room for semi-rigid regulatory imposition as far as auto manufacturers—the way the United States has already done—the automakers trying to respond to a mileage ratio, that style of thing? Could that not be exaggerated to create a better response and better efficiency?

Mr. Gravel: For the longer run, it takes, of course, a while for these measures to permeate the sytems, so the scenario of a sudden interruption is one, and the progressive adaptation of our ways and means and all this to the new conditions is in hand now. There is plenty of indication that we are making good progress, but of course, it awaits the obsolescence of our fleets and the replacement and that has to be phased in with other economic forces. Yes, there is a lot of margin there and it is being used up and therefore the projected statistics for fuel uses take that into account, the progressive replacement of our fleet with more efficient ones. Now, technology can only do so much. We have picked up the slack there and I think the gains we can make from this level of economy of our automobiles cannot be as large or as significant in the future because we are using up what the technology can do.

• 1045

Mr. Gurbin: I guess my frustration is in seeing us sort of lying back waiting almost to impose another level of government management to ration to create an effect, instead of responding and creating a situation where we do not have that emergency, where we have to get another level or controls and all the things which that could imply; that may make the point

[*Translation*]

M. Gurbin: J'imagine que l'ironie de cet argument vient du fait que si nous avons cette réserve interne, si nous avons cette possibilité en ce moment, c'est d'ailleurs l'une des questions qui intéressent le Comité, nous ne l'avons pas vraiment envisagé sous cet angle précédemment, mais j'imagine qu'il s'agit de connaître notre aptitude à influencer la transition ou l'efficacité accrue de ce qui existe, de la marge dont nous bénéficions et qui, d'après vous, détermine un besoin de rationnement pour réaliser . . . Envisage-t-on d'autres moyens à votre avis? On examine beaucoup l'aspect économique de fixation du prix, et ainsi de suite, ce que nous laisserons hors de discussion si vous le voulez, parce que je crois que nous avons ressassé cette question à l'infini. Mais, outre le rationnement, à votre avis, pouvons-nous proposer d'autres moyens à la population?

M. Gravel: Je ne peux pas penser à d'autres moyens en ce moment. l'expérience d'autres pays est bien connue. Aux États-Unis, on a fait appel à la liberté du public dans ce domaine et c'est pourquoi je ne crois pas que l'on puisse penser à un autre moyen pratique de répartition équitable des ressources limitées.

M. Gurbin: Il faudra des coupures de courant pour que les gens croient en la pénurie.

M. Gravel: D'une manière imagée, oui. J'espère qu'il ne s'agit pas de l'éclairage, mais il est certain qu'ils vont chercher un paquet de cigarettes au coin de la rue en automobile.

M. Gurbin: Vous ne croyez pas qu'il y ait place à une imposition semi-rigide dans le cadre de la loi pour les fabricants d'automobile, comme on l'a fait aux États-Unis, afin de chercher à obtenir un certain kilométrage, ce genre de choses? Ne pourrait-on pas exagérer dans ce sens pour obtenir une meilleure réponse et une plus grande efficacité?

M. Gravel: A très longue échéance, il faut, bien entendu, un certain temps pour comprendre ces systèmes, de sorte que le scénario d'une interruption soudaine est possible. D'ailleurs, nous disposons présentement de l'adaptation progressive de nos voies et moyens et autres aux nouvelles conditions. Plusieurs signes indiquent que nous faisons de bons progrès, mais bien entendu, on attend la désuétude de nos parcs et leur remplacement, ce qui dépend d'autres forces économiques. Oui, la marge est assez grande dans ce domaine. D'ailleurs, les projections de l'utilisation du pétrole tiennent compte du remplacement graduel de notre flotte par des véhicules plus efficaces. Pour l'instant, la technologie ne peut nous permettre que cela. Nous avons rattrapé le temps perdu dans ce domaine et je crois que les gains que nous pouvons tirer de nos automobiles ne peuvent être aussi importants ou révélateurs pour l'avenir parce que nous faisons appel au potentiel que nous offre la technologie.

M. Gurbin: Je crois que je suis frustré d'attendre en quelque sorte que l'on impose un autre niveau d'administration gouvernementale de rationnement destiné à créer un effet au lieu de répondre à une situation et d'en créer une où cette urgence n'existe pas, où il nous faut un autre niveau de mesures de contrôle et tout ce que cela pourrait comporter qui soient

[*Texte*]

but it is going to be at some considerable cost as far as I can tell.

Mr. Gravel: We like to think of our efforts as a means of preventing a significant shortfall by the public sensitization programs, the technology, and the prices and labour. These are means of preventing dislocation of the economy from a shortfall; therefore, we are carefully watching trends in supply; we are making efforts, as you heard earlier today, to adapt.

Hopefully, if these efforts are successful, the transition can be made smoothly and the dislocation we have discussed will not hit us. Now, since we cannot tell the external factors or control them, certainly the national strategy with respect to self-sufficiency would see us over that period of time when there might be a risk of having to invoke restrictive measures and forcible allocations. It is, I think, well defined. It is an emergency step, and it would be invoked only in case of emergency.

Mr. Gurbin: Would you like to add something, Mr. Gore?

Mr. Gore: As you know, in the National Energy Program, it is stated that we will bring in mandatory standards for automobile fuel efficiency.

Mr. Gurbin: Yes.

Mr. Gore: And it is also stated that those standards may incorporate cold weather considerations and feed stock considerations, particular to Canada. I think we have to keep in mind that the automobile industry has, and is, going through a certain sharp review of those standards, brought in the United States. Or is it the standards? I am not sure. I think it is Japanese competition more than the standards. But in the final analysis, we would probably have to stick to the up-to-1985 standards of the U.S. as far as mandatory standards are concerned.

However, regarding the post-1985 period, there may be some opportunities, and one of the projects wich we have in hand at the moment is a systematic series of tests on well known, cold weather technology. We are testing each of these technologies separately as well as in combination, and that will be going on through next year. It is quite feasible that if we can establish that certain of these measures and technologies are effective in cold weather operation of automobiles, then we could mandate a cold weather package.

Mr. Gurbin: Just as a comment on what you said, and then we can move along maybe, first of all, 1985 is right in the middle of our biggest problem, as far as I can tell. So I think that we are still looking at closing the door after the horse is out. I do not think that we really have the degree of independence that seems to be implied by your answer as far as the auto manufacturers are concerned. If we had a Canadian manufacturer, then I think we could discuss the kind of thing you are talking about. But it does not seem to me that we have the option you are talking about in terms of employing standards that our government might like to impose, even if they are

[*Traduction*]

susceptibles de répondre à la situation, mais cela se paiera assez chèrement à mon avis.

M. Gravel: Nous aimons croire que nos efforts visent à prévenir toute réduction importante à l'aide de programmes d'information du public sur la technologie, les prix et la main-d'œuvre. Il s'agit de moyens destinés à prévenir le démantèlement de notre économie en période de crise. Par conséquent, nous suivons de très près la tendance des approvisionnements. Nous essayons de nous adapter, comme vous l'avez entendu dire aujourd'hui.

Nous espérons, si ces efforts réussissent, que la transition puisse se faire en douceur et d'éviter le démantèlement dont nous avons parlé. Pour l'instant, comme nous ne pouvons cerner les facteurs externes ou les maîtriser, il est certain que dans le cadre d'une stratégie nationale d'autosuffisance nous serons peut-être appelés pendant ce temps à invoquer des mesures de restriction et une répartition forcée. C'est très clair. Il s'agit d'une mesure d'urgence qui ne sera invoquée qu'en cas d'urgence.

M. Gurbin: Aimeriez-vous ajouter des commentaires, monsieur Gore?

M. Gore: Comme vous le savez, le programme national d'énergie stipule l'imposition de normes obligatoires de rendement du combustible réservé aux automobiles.

M. Gurbin: Oui.

M. Gore: Et l'on précise également que ces normes peuvent tenir compte de considérations comme le temps froid et les charges d'alimentation, en particulier au Canada. Il ne faut pas oublier que l'industrie de l'automobile effectue une revue attentive des normes déjà adoptées aux États-Unis. Ou s'agit-il des normes? Je ne suis pas certain. Je pense qu'il s'agit plus de la concurrence japonaise que des normes. Mais en toute dernière analyse, nous devons probablement nous en tenir aux normes imposées aux États-Unis jusqu'aux années 1985, dans le cas des normes obligatoires.

Cependant, pour les années suivantes, il peut exister certaines possibilités et, à ce propos, l'un des projets que nous analysons en ce moment porte sur une série systématique de tests sur une technologie connue par temps froid. Nous vérifions chacune de ces techniques séparément et conjointement, ce qui se poursuivra d'ailleurs l'an prochain. Il est fort possible que si nous arrivons à conclure que certaines de ces mesures et technologies sont efficaces pour le fonctionnement des automobiles par temps froid, nous pourrions alors nous voir confier l'étude globale.

M. Gurbin: Un simple commentaire sur ce que vous avez dit, après quoi, nous pourrons aborder un autre sujet. En premier lieu, l'année 1985 est bien au creux de notre problème, à mon avis. Nous sommes déjà dépassés par les événements. Je ne crois pas que nous possédions le degré d'indépendance que vous supposez dans votre réponse, quant aux fabricants d'automobile. S'il y avait un seul fabricant canadien, nous pourrions parler de ce problème, mais il ne me semble pas que nous ayons le choix dont vous parlez au chapitre des normes que notre gouvernement voudrait imposer. Cela ne se produira pas à mon humble avis. Il est possible que certains manufacturiers

[*Text*]

correct. It is simply not going to happen as far as I can tell. Maybe we might get some foreign manufacturers to comply to some of them but, certainly, the big three—especially when they are sort of rocking from the impacts that they have now—quite simply are not going to give us a Canadian scene. I do not see that anyway. I do not think that is practical. I would like it to be, but I do not see that it is going to be possible.

On figure 11, you have laid out a cost analysis of different types of liquid fuels in 1980 dollars. I do not know how you exactly arrived at these figures. I wonder if you could comment. I mean, that is what it costs to produce a gallon of that today at a certain level of production.

• 1050

But, particularly, if we took an initiative in one direction or another and we wanted to dedicate ourselves to a hybrid poplar system in methanol, and we did it with a vengeance, what sort of basis have we got to make sure that that kind of cost analysis is going to be, in any way, accurate?

Mr. G. B. Maund (Strategic Studies, Transport Canada): Could I try to answer this one?

Mr. Gravel: Yes.

Mr. Maud: The figures, first of all, have been produced by Energy, Mines and Resources, and these have been discussed in concert with us. We accept the values that they have come up with. I cannot answer the question in the sense, to what extent would we be able to reduce the price by going to, if you like, rotational harvesting of hybrid poplars. That is a separate study. I cannot respond to that.

From work that had been carried out a couple of years ago, it was deemed that the methanol fuel production from hybrid poplar would probably be cost-competitive when world prices reached $37 a barrel, which is what they are now and, of course, their spot at $45. This an area which we are aware—I say "we"—it is both Transport Canada and the Energy, Mines and Resources group but it does need a further evaluation. They have funded the pilot-type gasifiers to be able to come up with some of the responses necessary for industry to grasp and produce more effectively. But I feel that, until one has got a pilot plant going, it is very difficult to assess what the costs are.

Mr. Gurbin: Do you have a projection for the cost per barrel of oil in 1985? I may have missed it in here—I did not notice it. Have you projected what it might cost?

Mr. Maund: No.

Mr. Gurbin: Do you have a projection?

Mr. Gore: The world price or the Canadian price?

Mr. Gurbin: I will be happy with world price.

Mr. MacBain: Or anything else, we are desperate.

Mr. Gore: In my view, what is going to put a cap on oil prices is electricity prices. If you think about it, in this country, with one exception, all electricity is generated by agencies of provincial governments and they have a very different financial regime to, let us say, the oil industry. In effect, electricity is sold pretty much near cost and, if you look at electricity

[*Translation*]

étrangers se plient à certaines de ces normes, mais les trois grands, en particulier quand ils semblent osciller face aux problèmes qu'ils connaissent, ne vont tout simplement pas nous donner une solution canadienne. Je ne le pense pas et je ne crois pas qu'il soit réaliste de le croire. J'aimerais bien que ce soit possible, mais j'en doute.

Au sujet du tableau XI, vous avez présenté une analyse de coût des différents types de combustibles liquides en dollars actuels. Je ne sais comment vous êtes arrivé à ces chiffres, mais je me demande si vous pourriez préciser le coût actuel de production d'un gallon de tel combustible à un certain niveau de production.

En particulier, si nous avions opté pour une certaine direction et désirions nous consacrer à un système de méthanol dérivé des peupliers hybrides par esprit de vengeance, comment pouvons-nous être certains que l'analyse de coût sera exacte en tous points?

M. G. B. Maund (Études stratégiques, Transports Canada): Puis-je essayer de répondre à cette question?

M. Gravel: Oui.

M. Maund: En premier lieu, les chiffres ont été publiés par le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, en consultation avec nous. Nous les acceptons donc. Je ne peux dire dans quelle mesure nous pourrions en diminuer le prix en nous orientant, disons, vers la culture rotative de peupliers hybrides. C'est une toute autre étude à laquelle je ne peux répondre.

D'après des études réalisées il y a quelques années, il était entendu que la production de méthanol dérivé de peupliers hybrides serait probablement concurrentielle quand le prix mondial du pétrole atteindrait $37 le baril, comme en ce moment, et bien entendu, leur cible de $45. Nous sommes conscients de la chose,—par nous, j'entends, bien sûr, Transports Canada et Énergie, Mines et Ressources Canada,—mais il faudrait une évaluation plus poussée. Ils ont financé les appareils de gazéification pilotes afin de pouvoir trouver certaines réponses dont l'industrie a besoin pour une production rentable. Mais avant de posséder une telle usine active, il est difficile d'en évaluer le prix.

M. Gurbin: Avez-vous le prix estimatif du baril de pétrole en 1985? Je n'ai peut-être pas entendu ce renseignement. Je n'ai pas prêté attention. Avez-vous évalué ce prix?

M. Maund: Non.

M. Gurbin: L'avez-vous évalué?

M. Gore: Le prix mondial ou le prix canadien?

M. Gurbin: Je me contenterais du prix mondial.

M. MacBain: Ou un autre, nous sommes désespérés.

M. Gore: A mon avis, ce qui arrêtera le prix du pétrole, ce sera le prix de l'électricité. Si vous y pensez, au pays, à part une exception, toute l'électricité est produite par des organismes provinciaux dotés d'un régime financier bien différent de celui de l'industrie pétrolière, disons. En fait, l'électricité est vendu à peu près au prix coûtant. Si vous analysez le prix de

[*Texte*]

prices and you look at oil prices, you will see that very soon electricity and hydrogen are going to be real alternatives. I do not know which party you belong to, by the way . . .

Mr. MacBain: Mr. Chairman, I missed those last few words.

Mr. Gurbin: Just repeat the last three lines. If you are on the record twice, okay.

Mr. MacBain: Just the last sentence.

Mr. Gore: May I just say what I think I said?

Mr. MacBain: The record will show it later, and 20 years from now, I will call you into this room and go over the record with you. But I would like to hear it now.

Mr. Gore: I am saying that electricity and hydrogen will come into their own and they will provide a cap to the oil prices.

Mr. MacBain: But how are you going to make the electricity to make the hydrogen?

Mr. Gore: Pardon?

Mr. MacBain: How are you going to make the electricity to make the hydrogen? What is the fuel going to be?

Mr. Gore: Nuclear.

Mr. MacBain: What is your job at Transport Canada?

Mr. Gurbin: Nuclear promotion.

The Chairman: Is this a second round, Mr. MacBain?

Mr. MacBain: Well, Mr. Gurbin said that I am such a nice guy that I can cut into his time. What is your job at Transport Canada, Mr. Gore?

Mr. Gore: I handle the energy program, the R&D program.

Mr. MacBain: You do it very well. I am very comfortable having you in charge of it.

The Chairman: Your title is Director of Stretegic Studies Branch, is that correct?

Mr. Gore: Yes.

The Chairman: All right.

Mr. Gurbin: Now, moving right along . . .

Mr. MacBain: You realize he is on the record for the next 20 years.

• 1055

Mr. Gurbin: I think, to be fair to the record, and also as far as the committee is concerned, we are not dealing with nuclear here, but I think we have a very real option in looking at electricity as electricity. In British Columbia, where one of our members visits once in a while, when he is not at committees—he has a lot of falling water there, and in the Churchill in

[*Traduction*]

l'électricité par rapport à celui du pétrole, vous constaterez bien vite que l'électricité et l'hydrogène constitueront de véritables sources d'énergie de remplacement. Je ne connais pas votre opinion, d'ailleurs . . .

M. MacBain: Monsieur le président, j'ai raté ces dernières paroles.

M. Gurbin: Répétez les trois dernières lignes. Peu importe si on rapporte vos propos en double.

M. MacBain: Seulement la dernière phrase.

M. Gore: Puis-je répéter ce que je crois avoir dit?

M. MacBain: Le texte des délibérations nous le confirmera plus tard et dans vingt ans, je vous convoquerai dans cette pièce pour relire le texte du témoignage avec vous. Mais j'aimerais vous l'entendre dire tout de suite.

M. Gore: A mon avis, l'électricité et l'hydrogène seront amenés naturellement et limiteront le prix du pétrole.

M. MacBain: Mais comment produirez-vous l'électricité qui servira à fabriquer l'hydrogène?

M. Gore: Pardon?

M. MacBain: Comment allez-vous produire l'électricité pour faire l'hydrogène? De quel combustible vous servirez-vous?

M. Gore: De l'énergie nucléaire.

M. MacBain: De quel travail êtes-vous chargé à Transports Canada?

M. Gurbin: De la promotion nucléaire.

Le président: S'agit-il de la deuxième ronde de questions, monsieur MacBain?

M. MacBain: Eh bien, M. Gurbin a dit que je suis tellement gentil que je puis emprunter quelques minutes de son temps de parole. Quel travail faites-vous à Transports Canada, monsieur Gore?

M. Gore: Je suis chargé du programme de R&D en matière énergétique.

M. MacBain: Vous le faites fort bien. Je suis très rassuré que vous en soyez chargé.

Le président: Vous êtes directeur des Études stratégiques, n'est-ce pas?

M. Gore: Oui.

Le président: Très bien.

M. Gurbin: Maintenant, pour continuer . . .

M. MacBain: Vous savez que son témoignage sera conservé pour les 20 prochaines années.

M. Gurbin: Je crois que pour être juste à ce propos, et en autant que le Comité est visé, nous ne parlons pas d'énergie nucléaire en ce moment, mais nous pouvons véritablement envisager l'électricité comme option. En Colombie-Britannique, qu'un de nos collègues visite à l'occasion lorsqu'il ne siège pas à un comité, il y a beaucoup de chutes d'eau, tout comme

[*Text*]

Labrador they have the same sort of situation. So there are a lot of options for electricity as well.

One of the things we have been looking pretty hard at, one of the options we seem to have, is satisfying our transportation requirements by electrical conversion in some form or other. You have mentioned hydrogen. I think the reality of hydrogen, certainly in the kind of technology I can understand today, and still leaving room for some big advances in management—I think it is possible, but I am not looking to it for the solution, certainly in the next five years, except in the three areas—I do not think you identified them—but probalby in trains, in boats, and in airplanes. In bulk-carrying systems I can see it, and hydrogen can fit into a lot of other energy systems in the same way. But what we have been looking at a little more is electricity as a transportation possibility for private cars, private vehicles, small vehicles.

One of the best options I have seen, anyway—I am sure there are others that have advantages, but it comes to an aluminum air battery. I do not know how much exposure you have had to that, or how realistic you think that option is, but in your position you must have had an opportunity at least to assess it. I wonder if you could talk about that and let us know what you think of it.

Mr. Gore: We know about it, and we are looking into it, but I cannot speak knowledgeably on it. Certain questions have to be answered, such as what is the net energy of that battery. Net energy is a consideration. I think sometimes it is exaggerated. After all, we were burning coal on the railways for years, and getting 5 per cent energy efficiency.

Mr. Gurbin: That is all, 5 per cent?

Mr. Gore: Yes.

Mr. Gurbin: That is pretty bad. So what you are saying basically is you cannot comment: not that you do not want to, and not that it turns you off, but that you do not know what it means.

Mr. Gore: We think it is an exciting sort of development, but really there is not all that much information on it. We have the information that is available and we certainly intend to pursue it, but it is that sort of thing which is required before we can really expect electricity to displace any oil in the urban car sort of activity.

Mr. Gurbin: I will just make one more sort of comment, one more question, then I will pass for the second round if we still have time afterwards.

As this is the last public meeting we will have like this, I guess I will let out a little of my frustration at the same time as I am here. We have you three sitting here talking to us about the rationing system we have in place to handle the shortfall you are sure is going to come, just as we are. We have literally hundreds of people sitting around looking at options,

[*Translation*]

au fleuve Churchill au Labrador, d'ailleurs. Et il existe plusieurs possibilités pour l'électricité.

L'une des options qui semble s'offrir à nous et que nous avons analysée assez en détail, porte sur la réponse à nos besoins de transport grâce à une forme de conversion électrique. Vous avez mentionné l'hydrogène. Je pense qu'il est possible de penser à l'hydrogène, certainement dans le monde technologique actuel, et laisser également de la place pour quelques grands progrès au chapitre de la gestion, mais je ne l'envisage pas comme solution des cinq prochaines années, sauf dans trois secteurs qui n'ont pas été précisées, je crois. Il s'agit des trains, des navires et des avions. Dans les secteurs de transport des marchandises en vrac, je puis imaginer l'hydrogène comme solution, tout comme il peut s'adapter de la même manière à de nombreux autres réseaux énergétiques. Mais la formule que nous avons analysée un peu plus en détail est l'électricité comme solution éventuelle du transport pour les automobiles particulières, les petits véhicules privés et les petits véhicules.

A cet égard, l'une des mailleures solutions que j'ai entrevue, et je suis certain que d'autres offrent également certains avantages, c'est la batterie air-aluminium. Je ne sais pas ce que vous en savez ou l'importance que vous accordez à cette solution, mais dans votre travail, vous avez certainement eu la possibilité de l'examiner. Je me demande si vous pourriez élaborer là-dessus et nous dire ce que vous en pensez.

M. Gore: Nous la connaissons, nous sommes d'ailleurs en train de l'examiner, mais je ne peux pas en parler en pleine connaissance de cause. Il reste encore certaines questions à élucider, comme l'énergie nette de la pile qui a son importance. Parfois, on exagère à ce propos, car après tout, pendant des années, nous avons brûlé du charbon sur les voies ferrées pour un rendement énergétique de 5 p. 100.

M. Gurbin: Que 5 p. 100?

M. Gore: Oui.

M. Gurbin: C'est assez médiocre. Vous dites donc en résumé que vous n'êtes pas en mesure de donner de commentaires à ce sujet et non pas que vous ne le désirez pas ou que cela vous laisse froid, mais que vous n'en connaissez pas les tenants et aboutissants.

M. Gore: Nous sommes d'avis que c'est une solution intéressante, mais vraiment nous ne disposons pas de beaucoup de données à ce sujet. Nous avons tous les renseignements disponibles et nous désirons pousser la recherche plus à fond, mais c'est le genre de solution nécessaire avant de remplacer par l'électricité tout combustible dérivé du pétrole pour le transport urbain.

M. Gurbin: J'aimerais ajouter un autre commentaire, si je puis dire, une autre question, avant de laisser la parole pour la deuxième ronde de questions, si le temps le permet.

Comme il s'agit de la dernière audience publique du genre, je vais exprimer un peu de ma frustration comme j'y suis. Vous êtes tous trois devant nous en train de nous parler du rationnement comme solution à la pénurie qui surviendra indubitablement à votre avis. Des centaines de personnes ont analysé des solutions de remplacement possibles et plusieurs ont, comme

[*Texte*]

and it has occurred probably to many more than myself that one of the inertias within the system is not only the number of options and opportunities we have, but the people we have who are sitting there, afraid to take a chance—maybe it comes down to about that—but the risk factors being greater than they are prepared to take to provide leadership and direction.

We have a political problem, in the sense that people like myself who get elected do not have the familiarity with the technologies, do not have the understanding required to help take directions and to help make choices; and we also have a situation where we have people who have I think a very serious concern for their positions and for the opportunities they have within a certain hierarchy, where they do not want to expose themselves to what could be serious consequences if the choices were wrong. I think if we are going to get anywhere, if we are going to solve this problem that we all are identifying now, we have to make some choices, and I do not see those choices coming out of people that we have had before our committee so far. I wonder if you would like to comment on that.

• 1100

The Chairman: In about two minutes.

Mr. Gore: In my view, what we should be doing at this present time is pursuing everything as far as pilot demonstrations, and so on, are concerned. Some of those are very expensive but we have to do that, it seems to me, to get a clear idea of the economic choices and the environmental problems and all the rest of it and, as Mr. Maund said, when you asked the question about the validity of this curve, at least we have to go into pilot projects before we can confirm many of these costs.

Many of these costs are estimated at a desk and we will not know until we actually build the things. Now, when I say all, some of them might be postponed, because probably we do not have all the resources to pursue everything. I have been involved in this international committee on hydrogen aircraft which is promoted by Lockheed. I mention that because maybe I am one of those people who is afraid to make a recommendation at this time. I am not prepared at this time to suggest to my superiors, or you gentlemen around the table, that Canada should put up a billion dollars for that project. I think we need to pursue it a little more before we can give a responsible recommendation.

Mr. Gurbin: That halfway answers my question, but just a brief comment. That is precisely the point. We do not have unlimited resources, we have to channel somewhere, and we are identifying the problem of rationing now, so what is the interim? Are you saying that there is no way to get around that? Are you saying you cannot avoid that, you are going to accept it and so we lay back and still go the way we are going?

Mr. MacBain: And in 1985, we are 25 per cent . . .

[*Traduction*]

moi, constaté qu'une des forces de ralentissement inhérentes au système ne provient pas du nombre d'options ou de choix qui s'offrent à nous, mais des personnes qui sont assises à votre place et qui ont peur de prendre des risques, ce qui se résume peut-être à cela au fait, car les risques sont plus grands que ceux qu'ils sont prêts à prendre pour bien diriger.

Nous sommes confrontés à un problème politique, car des gens comme moi, des gens élus, ne sont pas au courant des techniques à notre disposition, n'ont pas les connaissances requises pour aider à prendre une orientation et à faire un choix. Il arrive également que des personnes très préoccupées par leur poste et leurs possibilités d'avancement ne veulent pas s'exposer à des conséquences graves en faisant un mauvais choix. Pour résoudre ce problème universel, nous devons faire certains choix, mais les personnes qui sont venues témoigner devant le comité ne nous les recommandent pas. Je me demande si vous aimeriez commenter à ce sujet.

Le président: En deux minutes, à peu près.

M. Gore: A mon avis, pour l'instant, nous devrions continuer l'examen entrepris dans le domaine des essais pilotes, et autres. Certains projets sont très coûteux, mais il faut le faire, ce me semble, pour avoir une idée précise des choix économiques et des problèmes écologiques qui existent et comme M. Maund l'a dit en réponse à une question sur la validité de cette courbe, il faut au moins entreprendre des projets pilotes avant de confirmer bon nombre de ces coûts.

Bon nombre de ces coûts sont évalués sur papier, et nous ne les connaîtrons vraiment tous qu'après avoir réalisé le projet. Quand je dis tous, il est sûr que certains pourraient être reportés à plus tard si nous ne possédons pas les ressources nécessaires à leur poursuite. J'ai participé au comité international sur l'avion à hydrogène qui fait l'objet d'une promotion de la Lockheed,—je le mentionne parce que je suis peut-être du nombre des personnes qui ont peur de formuler des recommandations en ce moment—mais je ne suis pas en mesure de proposer ni à mes supérieurs ni à vous, Messieurs, qui siégez à cette table, que le Canada investisse un milliard de dollars dans ce projet. A mon avis, il faut approfondir cette étude avant de formuler une recommandation pondérée.

M. Gurbin: Cela ne répond à ma question qu'à moitié, mais permettez-moi un bref commentaire, précisément sur cette question. Nous ne possédons pas de ressources inépuisables et nous devons les canaliser de quelque manière. Or, nous procédons en ce moment à l'énoncé du problème de rationnement. Alors, quelle est votre solution entre-temps? Prétendez-vous qu'il est impossible de trouver une solution? Affirmez-vous que nous ne pouvons l'éviter, que vous l'accepterez et qu'il faut attendre confortablement assis, et poursuivre dans la direction où nous nous sommes engagés?

M. MacBain: Et en 1985, nous aurons 25 p. 100 . . . .

[*Text*]

Mr. Rose: Is there someone else on the list?

The Chairman: Yes, there are three of us.

Mr. Gravel: If I could get a quick answer to this, if we go back to our Figure 11 which shows a scenario of the introduction of alternative fuels to gasoline, it shows that up to 775,000 barrels a day conventional oil will do us in 1990 in Canada. It is what we need over and above that that has to be made up of these alternative fuels. The new markets for propane and residual oil do not require a great deal of additional technological work. It is a matter of decision, investment and pursuit, because the technology is in hand.

The use of unconventional oil is related to the construction of tar sands and other things. I think we are up to 250,000 barrels—a figure of 600,000 is shown here. Therefore, this is capital intensive and capital decision which are not related to research and development or long-term solutions. However, there is time to build up the capacity, but some of these decisions are made and are progressing to a greater or lesser degree as we all know. All these items on this scenario do not require the same degree of research and development. They require decisions, as you pointed out, social and economic and investment decisions.

However, the risk taking and up to 1.6 million here is not undue; that is why certainly the author has shown here a narrow range of costs. He has shown a relatively flat slice here, showing that the low and high costs are not too different from each other, because this is well known. As we get to the more exotic, if I can use that term, solutions, we want more research in order to narrow down the risk factor so investments will be forthcoming to implement them. This figure would suggest that we can produce 1.6 million barrels without resorting to the exotics. Our requirement itself depends on the way in which we manage our affairs and how we can convince the public, without rationing, to hold back. This, of course, has a price dimension and other factors. I think some degree of persuasion can attain some things. We are doing other things, in the matter of intermodal shifts and favouring return haul loading for trucks, which will each contribute a small amount to better use and economies of fuel. So the measure of success there will determine our needs in 1990. The author here for suggested that the lowest need that he envisages is 1.4 million barrels a day and then he puts a question mark as to the maximum. So generally, except for major political international events, I am not as pessimistic as you seem to be with respect to the need for us to resort to rationing by 1985.

• 1105

The Chairman: Okay, thank you.

Before going on to Mr. Portelance and Mr. Rose, I just had one or two questions, because I understand we have to move out of here in 10 or 15 minutes as another committee will be using this room.

[*Translation*]

M. Rose: Y a-t-il quelqu'un d'autre sur la liste?

Le président: Oui, trois.

M. Gravel: Si l'on pouvait me donner une réponse rapide. En revenant au tableau XI qui énumère le scénario d'adoption des combustibles de remplacement de l'essence, le Canada aura besoin jusqu'à 775,000 barils de pétrole classique par jour en 1990. Et grosso modo, les énergies de substitution doivent répondre à l'excédent. Les nouveaux marchés du propane et des résidus du pétrole n'exigent pas un grand travail technologique supplémentaire. Il s'agit plutôt de décision, d'investissement et de continuité car nous disposons de la technologie nécessaire.

L'emploi du pétrole non classique est rattaché à la construction de sables bitumineux et autres. Je crois que l'on en produit jusqu'à 250,000 barils par jour—on indique 600,000 ici. Par conséquent, il s'agit de concentration de capitaux et de décisions importantes extérieures à la recherche et au développement ou aux solutions à longue échéance. En revanche, nous avons le temps de créer un potentiel, mais certaines des décisions prises progressent à un rythme plus ou moins lent, comme nous le savons tous. Tous ces éléments du scénario n'exigent pas le même degré de recherche et de développement. Comme vous l'avez souligné, ils nécessitent des décisions à caractère social et économique et en matière d'investissement.

Cependant, le risque évalué jusqu'à 1.6 million de barils n'est pas inutile; c'est pourquoi l'auteur a certainement fait état ici d'une brève liste de prix. Il a montré une tranche relativement mince ici, en indiquant que les prix bas et les prix élevés ne sont pas très distanciés comme nous le savons très bien. Quand on en arrive aux éléments plus exotiques, si je puis me permettre l'expression, il faut une plus grande recherche afin de réduire le facteur de risque pour les prochains investissements destinés à leur réalisation. D'après ce chiffre, nous pouvons produire 1.6 millions de barils sans recourir à des solutions «exotiques». Nos besoins dépendent de la manière dont nous administrons nos affaires et dont nous pouvons convaincre le public à économiser sans faire appel au rationnement. Il s'y rattache bien entendu, un prix et d'autres facteurs. Je crois que l'on peut obtenir certains résultats grâce à un certain degré de persuasion. Nous favorisons d'autres solutions dans le domaine des changements intermodaux, comme le retour de camions chargés, afin de contribuer à un meilleur usage et à une économie de combustible dont le succès déterminera nos besoins de 1990. L'auteur précise qu'il envisage comme besoin minimal 1.4 million de barils par jour et met un point d'interrogation pour le maximum. De manière générale, sauf pour les principales questions politiques internationales, je ne suis pas aussi pessimiste que vous quant à la nécessité de recourir au rationnement d'ici 1985.

Le président: D'accord, merci.

Avant de céder la parole à M. Portelance et M. Rose, je voudrais poser une ou deux questions, car j'ai cru comprendre que nous devrons céder la pièce à un autre comité dans 10 ou 15 minutes.

[*Texte*]

You have probably gone over some of these questions but, just the same, at the beginning of your statement you say:

> Currently transportation consumes the oil energy equivalent of 822,000 barrels per day, or 48 per cent of the annual Canadian oil use.

An hon. Member: Is that 48 per cent?

The Chairman: Yes, 48 per cent, or let us say one half, roughly. We import, in Canada, about 310,000 net, I think it is, barrels a day. Although you do not seem very pessimistic about the future, what if there were a complete interruption of that supply and Transport Canada were told that the transportation sector, because it accounts for one half of the annual Canadian oil use, would have to absorb, one way or the other, one half of the shortfall, or 150,000 barrels a day? What scenario would you have, if this had to begin immediately? Would it not be rationing? Or, supposing you had say two years' lead time or five years' how would that scenario change? Do we have systems in place? I am sure that you have three or four or five scenarios maybe, for over the next 10 years; could you give us an idea of just what those scenarios are, depending on how critical the situation could be?

Mr. Gravel: I will let my associates talk as well, but I would like to preface this by saying that we have worked with, and contributed substantive comments to, the Energy Supplies Allocation Board's contingency plan, which, in effect, forced us to look at this question. Therefore, we have reflected on it, as you are talking about now, and we support fully the philosophy of the board with respect to priorities. The board has indicated that it would want about six months to install a proper rationing scheme, which, in my personal view, is a bit long, and they are talking about 100,000 people to do it. That, also, is a bit scarey as a figure. If they mean that bank clerks will be involved for five minutes a day and they count the 100,000 in there, that is possibly why that figure is so high, but, as far as man-years are concerned, I do not think it would require that many.

• 1110

The Chairman: The figures would be available on how many man-years it took to operate the rationing scheme during the war years.

Mr. Gravel: I do not have that figure.

The Chairman: No, but I said it must be available somewhere.

Mr. MacBain: Mr. Chairman, a very interesting supplementary is, how the hell are you going to get the 100,000 people to work every day; where are you going to get the energy to get them back and forth to work?

The Chairman: Well, if we have a million unemployed, if they are really unemployed, I am sure 100,000 of them could find ways of getting to work.

Mr. MacBain: That is your answer, that is not mine, Mr. Chairman.

[*Traduction*]

Vous avez probablement abordé certaines de ces questions, mais de toute manière, au début de votre déclaration, vous avez déclaré:

> En ce moment, ce secteur le transport consomme l'équivalent de 822,000 barils de pétrole par jour, soit 48 p. 100 du pétrole consommé annuellement au pays.

Une voix: S'agit-il de 48 p. 100?

Le président: Oui, de 48 p. 100 ou disons, grosso modo, de la moitié. Nous importons au pays environ 310,000 barils nets par jour, je crois. Même si vous ne semblez pas très pessimistes face à l'avenir, que feriez-vous s'il y avait un arrêt total de l'approvisionnement et si Transports Canada apprenait que le secteur du transport, qui consomme annuellement la moitié du pétrole canadien devrait absorber, d'une manière quelconque, une moitié de la réduction, soit 150,000 barils par jour? Quel scénario proposeriez-vous pour y remédier sur-le-champ? Ne feriez-vous pas appel au rationnement ou supposons que vous disposiez de deux ou cinq ans, comment le scénario serait-il modifié? Avez-vous des mécanismes en place? Je suis convaincu que vous disposez peut-être de trois, quatre ou cinq scénarios pour les dix prochaines années, mais pourriez-vous nous donner une idée de ces scénarios, selon le sérieux de la situation?

M. Gravel: Je laisserai également la parole à mes collègues, mais j'aimerais dire, en guise d'introduction, que nous avons travaillé en étroite collaboration au plan d'urgence de l'Office de répartition des approvisionnements d'énergie, ce qui, en fait, nous a obligés à examiner cette question. Nous y avons donc réfléchi, de la manière dont vous l'avez exprimé, et nous soutenons entièrement l'Office au chapitre des priorités. L'Office, en fait, a indiqué qu'il aurait besoin d'au moins six mois pour adopter un régime de rationnement efficace, ce qui, à mon avis, est un délai assez long, et ils parlent d'environ 100,000 personnes pour le mener à bien, ce qui est également un peu alarmant. S'ils entendent par là les commis de banque qui participeront à raison de cinq minutes par jour et les comptent parmi ces 100,000 personnes, cela explique peut-être que ce chiffre soit si élevé, mais quant aux années-personnes, je ne crois pas qu'il en faudrait autant.

Le président: On doit bien avoir le nombre d'années-personnes qu'il a fallu pour la réalisation du programme de rationnement pendant la guerre.

M. Gravel: Je ne dispose pas de ce chiffre.

Le président: Non, mais j'ai dit qu'il doit bien exister quelque part.

M. MacBain: Monsieur le président, à titre de question supplémentaire, comment diable allez-vous faire travailler 100,000 personnes par jour? Où allez-vous trouver l'énergie pour les déplacer vers leur lieu de travail?

Le président: Eh bien, si le pays compte un million de chômeurs, je suis convaincu que 100,000 d'entre eux pourraient trouver le moyen de trouver du travail.

M. MacBain: C'est votre réponse, pas la mienne, monsieur le président.

[*Text*]

Mr. Gravel: The scenarios then call for . . . these interruptions, the allocation of fuels in case of emergency are to be made by the priority given to the need of the public on the basis of certain principles, regardless of whether it is transport or not. Therefore, every sector will be rolled back, first of all to eliminate the waste, and progressively tighten its belt further, again with the philosophy of not endangering anybody's health and security and attempting to dislocate the economy as little as possible.

As for the transport sector, it is, I think, honestly the seat, or it wastes a certain amount of fuel. We are all aware of what the automobile wastes are, and therefore it can contribute possibly more than 50 per cent of the shortfall. The way the scenarios are drawn now, it suggests that the contribution will come largely from that sector because that is the physical situation we have.

As to the mechanics of doing this, certainly the allocation board knows and is pursuing the development of better plans to be ready to a greater degree, and we have, as I said, contributed to that. We hope they will improve that situation which we face now, because our perception is that the country is not as ready as it should be for this sort of situation. So whether it will take six months or a year to bring those plans to a satisfactory level I really cannot say, but this is in hand when there is an act to govern them and they have the autority to do it.

The dilemma, the problem that may arise is the invocation of the powers. This is, of course, a federal power over and above present constitutional federal authority, and there will certainly be hesitancy on the part of Cabinet and Parliament to resort to these powers; therefore, there may be a period where there is no unanimity about the necessity to invoke them. That may be the most serious period. The only way to alleviate this, as I said before, is to attempt what we might call a prevention rogram, and the prevention program calls for the public to participate and for the public almost to be prepared with its own contingency plan.

I think there should be a call to the public to be ready to find alternatives. One of the areas which we are concerned about is if the urban transportation system can pick up the onslaught of the new business that should come their way in the case of shortages; if the public willingly were to leave cars home and take streetcars to work, would the system be able to handle it? To the extent that it can, this conversion can be made. Again, personally, I would think that we have a certain amount of shortfall now in the support that the federal governement is giving to the area of urban transportation, and this is, I think to some extent, based on the jurisdictional problems as well as on the economic and curtailment of expenditure constraints that the federal government imposes on itself.

The Chairman: A supplementary, Mr. Clay.

Mr. Rose: Yes, on that point as well, I have a supplementary.

The Chairman: All right.

[*Translation*]

M. Gravel: Les scénarios prévoient . . . ces interruptions, la répartition des combustibles en cas d'urgence, doivent répondre aux besoins prioritaires déterminés du public selon certains principes, indépendamment du fait qu'il s'agisse du transport ou autre. Par conséquent, chaque secteur sera examiné, en premier lieu, pour éliminer les pertes et se serrer progressivement, toujours en veillant à ne pas mettre la vie ou la sécurité des gens en danger ou à nuire le moins possible à l'économie.

Quant au secteur du transport, il s'agit honnêtement du secteur de perte d'un certain nombre de combustibles. Nous connaissons tous les déchets des automobiles et par conséquent, ce secteur peut concourir éventuellement à plus de la moitié de la réduction. D'après leur conception actuelle les scénarios, la contribution proviendra largement de ce secteur en raison de la situation physisque que nous connaissons.

Quant aux mécanismes de réalisation, l'Office de répartition les connaît certainement et poursuit la mise au point de plans destiné à y répondre avec plus d'à-propos et, comme je l'ai déjà dit, nous y avons collaboré. Nous espérons qu'ils amélioreront la situation à laquelle nous faisons face, parce que nous avons l'impression que le pays n'est pas prêt comme il le devrait pour ce genre de situation. Donc, je ne puis vraiment dire s'il faudra six mois ou un an pour que ces plans soient réalisés d'une manière satisfaisante, mais nous pouvons en disposer s'il existe une mesure législative les régissant et les habilitant à le faire.

Le seul problème susceptible de survenir, c'est l'évocation des pouvoirs, soit, bien entendu, un pouvoir fédéral au-dessus de la compétence fédérale constitutionnelle actuelle, et le cabinet et le Parlement n'hésiteront certainement pas à invoquer des pouvoirs. Par conséquent, il est possible qu'à un certain moment donné, on ne jouisse pas de l'unanimité sur la nécessité de les invoquer, ce qui peut s'avérer la période la plus difficile. Et la seule manière d'y remédier, comme je l'ai dit précédemment, c'est d'essayer ce que nous pourrions appeler un programme préventif destiné à inviter le public à participer et à être presque prêt pour son propre plan d'urgence.

Je crois qu'il faudrait demander au public d'être prêt à trouver des solutions de rechange. L'une des questions qui nous préoccupe le plus c'est de savoir si le réseau de transport urbain peut absorber les assauts du nouveau commerce qui devrait découler de ces pénuries, et si le public laisserait volontiers sa voiture à la maison pour se rendre au travail en autobus, le réseau urbain pourrait-il répondre à cette nouvelle demande? Dans la mesure du possible, la conversion peut s'effectuer. Encore une fois, personnellement, je suis porté à croire que le soutien que le gouvernement fédéral accorde au secteur du transport urbain a accusé une certaine baisse et cela découle, dans une certaine mesure, des problèmes de compétence ainsi que des restrictions économiques et de la coupure des limites de dépenses que le gouvernement fédéral s'impose.

Le président: Une question supplémentaire, M. Clay?

M. Rose: Oui, j'aurais une question supplémentaire à ce propos.

Le président: Très bien.

[*Texte*]

Mr. D. Clay (Researcher for the Committee): You are saying that the public should be aware of and plan for alternative transportation options in the event of a shortfall, and yet the federal government is running ads at the present time saying that we are net exporters of energy. Is this not an inconsistency in informing the public of how it should respond to these potential problems?

Mr. Gravel: I think it is an inconsistency which some of us deplore, yes.

Mr. Clay: Thank you.

The Chairman: Mr. Rose had a supplementary.

• 1115

Mr. Rose: Mr. Chairman, I have a supplementary on the point about mass transit as an alternative should there be a shortfall. The Minister of Energy, Mines and Resources stated flatly that certainly from his position he was not prepared as part of the federal government to do very much about this. He said that this is a problem for other jurisdictions, so it is a political question. Well, lots of things can be done but basically they are all political questions. Whether you decide to go for mass transit or for conservation or for some other pilot plan they are all political question rather than anything else. This is not a question but it is a statement, in case you did not know that.

Mr. Gravel: I think we have perceived that but our role, of course, as students of these questions is with a professional attitude, to attempt to provide the best possible advice. The politicians decide the political questions and the technical people advise them as to the realities and what I am trying to do here is indicate a view that arises out of our reflections on the situation.

The Chairman: I just had one more question and it is as a result of our meeting yesterday with the people from Lawrence Livermore Laboratories who came here to speak to us on fusion. They also spent some time on the developments that are going on in the field of air aluminium batteries. They feel that that is one of the fields in which fusion would be greatly used, but fusion, depending on who you talk to, could be anywhere from 15 to 40 years away insofar as widespread commercial uses are concerned, but we have in Canada a well established aluminium industry and hydro electric power which is the envy of the world. While we are interested in fusion, and certainly a lot of interest was generated by the meeting yesterday and has been before, what would your opinion be on developing the air aluminium battery in Canada because we have both natural resources that are used in quantity? I am told it is 10 or 15 years away from commercial use, so why wait until fusion to push the air aluminium battery if we can go ahead with it now. It may be the key to electric car according to our witnesses yesterday. Would it be a good idea for Canada to be very heavily involved in the development of the air aluminium battery? Whether fusion is 40 years away or not, if it could be developed right now it could be put into use many years before fusion is available.

[*Traduction*]

M. D. Clay (recherchiste pour le Comité): Vous affirmez que le public devrait connaître et prévoir des solutions de rechange au titre du transport en cas de pénurie, mais dans la publicité que fait le gouvernement en ce moment, il déclare que nous sommes des exportateurs nets d'énergie. N'y a-t-il pas incohérence sur l'information donnée au public quant à la manière de répondre à ces problèmes éventuels?

M. Gravel: Je crois qu'il y a incohérence. D'ailleurs, certains d'entre nous le déplorent.

M. Clay: Merci.

Le président: M. Rose voulait poser une question supplémentaire.

M. Rose: Monsieur le président, ma question supplémentaire porte sur le transport en commun comme solution de rechange, en cas de pénurie. Le ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources a déclaré carrément qu'il n'était pas prêt, comme membre du gouvernement fédéral, à intervenir à ce sujet. Il a déclaré qu'il s'agissait d'un problème qui relevait d'autres compétences, donc, d'un problème politique. Eh bien, on peut faire beaucoup, mais fondamentalement, ce sont toutes des questions politiques. Que vous décidiez d'adopter le système de transport en commun ou de vous prononcer en faveur de la conservation de l'énergie ou d'un autre projet pilote, il s'agit plutôt de questions politiques. Je ne pose pas une question, mais fait une déclaration au cas où vous ne le sachiez pas.

M. Gravel: Je crois que nous l'avions compris, mais en tant qu'analystes de ces questions, notre rôle est strictement professionnel et vise à donner le meilleur conseil possible. Les politiciens décident des questions politiques et les techniciens les conseillent sur les faits. J'essaie tout simplement d'exprimer une opinion qui découle de nos réflexions sur le sujet.

Le président: Je ne voulais poser qu'une seule autre question qui s'inspire de notre séance d'hier avec les représentants de laboratoires Lawrence Livermore qui nous ont entretenus de la fusion nucléaire. Ils ont également commenté quelque peu les progrès qu'ils réalisent dans le domaine des batteries air-aluminium. Ils avaient l'impression que c'est l'un des domaines où la fusion nucléaire serait grandement utilisée, mais la fusion, tout dépendant de votre interlocuteur, pourrait constituer une solution dans 15 ou 40 ans dans le domaine des utilisations commerciales communes, alors que le Canada possède une industrie de l'aluminium bien en place et une capacité hydro-électrique que le monde envie. Pendant que nous nous intéressons à la fusion, et bien sûr, la réunion d'hier a suscité beaucoup d'intérêt tout comme avant, que penseriez-vous de la mise au point d'une telle batterie au Canada, compte tenu du fait que nous disposons d'abondantes ressources naturelles? On me dit que ces applications commerciales ne se feraient que dans 10 ou 15 ans, alors pourquoi attendre la fusion pour pousser l'utilisation de cette pile si nous pouvons aller de l'avant maintenant? Cela peut être la clé de l'automobile mue à l'électricité selon nos témoins d'hier. Serait-ce une bonne idée que le Canada s'engage vraiment dans le domaine de la mise au point de cette pile? Que la fusion nucléaire soit ou non

[*Text*]

Mr. Gravel: Yes. I support this view fully. I do not see any particular relation between the two technologies or their coming of age or even the technologies themselves. They happen to have been addressed by the same laboratory and maybe that is why they have been associated in the presentation to you but certainly a new battery has been sought after for a long time and is considered everywhere to be the answer to any substantial penetration of an electric vehicle to replace some of our present vehicles. So any breakthrough on the battery side is very welcomed, and without it there will not be any major achievement on the electric vehicle. There will be trials and corners of the market might be penetrated for possibly delivery vans in the cities but it will not make a substantial contribution. Canada may be the country where the least contribution can be made because of our environment—the distance factor and generally the ruggedness factors that we require of our vehicles—but to answer directly I am personally very excited with this development. I think it looks like a very promising area and certainly I would recommend that encouragement be given to any Canadian group or groups that may wish to pursue it.

• 1120

Like any of these new things, of course, some insuperable problem may arise through a development which would have us change our analysis or our optimism but generally, this one looks very good to us and certainly I think, for the factors you have outlined, that Canada should take special notice and we are moving in that direction now to try to get our industry and research people as excited.

Now whether we can get to the patents and to what extent we can contribute to it has yet to come out of further analysis but we have started to try to spark this interest and I hope we can, in a few months time, report some start of activity in Canada.

The Chairman: Did you have a further comment, Mr. Gore?

Mr. Gore: No, I have no need to say anything.

The Chairman: All right. Thank you.

Monsieur Portelance, s'il-vous-plaît.

M. Portelance: Merci, monsieur le président. Mes collègues s'inquiètent beaucoup d'une réduction de 25 p. 100. C'est peut-être un peu pessimiste, mais tout de même, monsieur Gravel, à la page 3 de votre mémoire vous parlez de 15 p. 100 de méthanol dans la gazoline et plus loin vous allez jusqu'à 35 p. 100 pour un moteur qui a été changé. Cela pourrait remplacer une bonne partie des inquiétudes qu'on a si toutefois cela se produisait, que les 300 000 barils pour jour que nous

[*Translation*]

la solution dans 40 ans, en la mettant au point dès maintenant, on pourrait s'en servir plusieurs années avant de disposer de la fusion nucléaire.

M. Gravel: Oui. Je partage entièrement votre opinion. Je ne vois pas de rapport particulier entre ces deux technologies ou leur avènement ou ces deux technologies elles-mêmes. Simple coïncidence, c'est le même laboratoire qui propose ces deux solutions, d'où la raison pour laquelle on les a associées dans la présentation qui vous a été faite. Or, on tente depuis longtemps de mettre au point une batterie que l'on envisage partout comme la réponse à toute pénétration importante d'un véhicule électrique en remplacement de certains de nos véhicules actuels. Ainsi, toute découverte dans le domaine des piles est fort bien accueillie car sans cela, on n'assistera à aucun progrès important au chapitre des véhicules électriques. On fera des essais et certaines parties du marché pourraient être envahis éventuellement par des camionnettes de livraison urbaine, mais cela ne constituera pas une contribution importante. Le Canada est peut-être le pays où toute contribution, même la plus petite, s'avère importante en raison de notre milieu—la distance et les mauvaises conditions généralement imposées à nos véhicules, mais pour vous répondre franchement, je suis très excité par la perspective d'une découverte dans ce domaine. Je crois qu'il s'agit d'un domaine très prometteur et je recommanderais certainement que l'on encourage tout groupe canadien désireux de poursuivre des recherches dans ce sens.

Comme pour toutes ces choses nouvelles, pendant la recherche certains problèmes insurmontables peuvent surgir et nous obliger à changer notre analyse ou notre optimisme, mais en général, cette solution nous semble fort prometteuse et bien entendu, je crois, que pour les facteurs que vous avez énumérés, le Canada devrait en prendre spécialement note. D'ailleurs, nous nous orientons dans cette direction en ce moment, en essayant de communiquer cet enthousiasme à l'industrie et aux chercheurs.

Pourrons-nous obtenir des brevets et dans quelle mesure pouvons-nous y contribuer: voilà des questions qui devront encore être envisagées lors d'une analyse ultérieure, mais nous avons commencé à essayer de susciter cet intérêt et j'espère que, dans quelques mois, nous pourrons communiquer certains travaux entrepris dans ce domaine au Canada.

Le président: Aviez-vous d'autres commentaires, monsieur Gore?

M. Gore: Non, je n'ai rien à ajouter.

Le président: Très bien, merci.

Monsieur Portelance.

Mr. Portelance: Thank you, Mr. Chairman. My colleagues are most concerned about a diminution of 25 per cent, which might be a bit pessimistic, but all the same, Mr. Gravel, on page 3 in your brief, you speak of a mixture of 15 per cent of methanol in the gasoline and later on, you go up to 35 per cent for a modified engine. That could eliminate a lot of concerns if it was to happen and if the 300,000 barrels imported in

[*Texte*]

importons au Canada venaient à disparaître. Mais je ne vois pas pourquoi cela se ferait aussi rapidement que mes collègues le pensent dans le moment.

A l'autre page, vous dites aussi qu'il y aura en janvier 1981 un prototype en opération. Est-ce que c'est canadien ou étranger dans ce cas-ci?

Mr. Maund: If I could answer that, the 10 per cent and 15 per cent dilution of gasoline with methanol is about the limit that we could probably support in the Canadian climate. For that reason, we have put in hand, with the Ontario Research Foundation, the development of other devices which could blend the fuels effectively, and this is the reason we have found that up to 35 per cent could be achieved in a blending technique; and with another technique, 20 per cent in diesel.

Turning to the 100 per cent methanol, there are specially designed engines to operate on methanol. They are similar to gasoline engines but, beyond that, there is evidence that there is an increased efficiency from the engine if one used a stratified charge type of engine, and what we have done is to take a prototype, one which has been developed in the United States—we operate very closely with the U.S. Department of Energy in these matters and we are at present circulating the work to be done to all parties in the States and also in Canada, and the evaluation will be carried out, as I say, in January and February, but it is on a prototype stratified charge engine.

We have great expectations for it but, until we have tried it, we cannot report what benefit it does give.

M. Gravel: Toutefois, je pense que vous envisagez un scénario par lequel on remplacerait une partie de ce qui nous manque de pétrole par ces mélanges. Il faudrait donc pouvoir produire les quantités suffisantes. Donc, il y a des usines à installer, à monter, etc. Et le coût prévu de ces produits-là qui est indiqué dans notre rapport ici, n'est pas encore très bien déterminé à cause du fait que les travaux en usines pilotes ne sont pas complétés. Et il y a une grosse incertitude sur la source de matières premières qu'on devrait employer; l'usage du charbon, par exemple, impose des sacrifices énergétiques assez importants. Autrement dit, le rendement de la filière est assez mauvais.

M. Portelance: On a eu devant nous quand même ceux qui sont prêts à aller de l'avant dans ce sens-là avec le gaz naturel et le bois. Quant aux usines-pilote, il y en a peut-être une qui existe, enfin, s'il n'y en a pas encore, il va en avoir une prochainement.

The Chairman: Mr. Gore.

Mr. Gore: I think the interesting thing about the methanol thing is that, first of all, we feel that, as Mr. Maund has said, with 10 per cent or 15 per cent of methanol in gasoline there are not too many problems; but we have to face the fact that methanol is toxic. On option that you have no bouth heard about is the M-gasoline process, and what we are told, and I do not know whether this is authoritative because we just heard this, is that to go from methanol to M-gasoline is about a 5-cent-a-gallon process and a 5 per cent energy penalty.

[*Traduction*]

Canada per day were to disappear. But I do not see why that could come as fast as my colleagues think now.

In the other page, you also declare that in January 1981, there will be a prototype in operation. Will it be a Canadian or foreign one?

M. Maund: Permettez-moi de préciser qu'une dilution de 10 à 15 p. 100 de méthanol dans l'essence est presque la limite possible en climat canadien. C'est pourquoi, nous avons mis au point, de concert avec la Fondation de recherche de l'Ontario, d'autres appareils qui pourraient mélanger les combustibles d'une manière efficace, et nous avons trouvé que l'on pourrait aller jusqu'à 35 p. 100 grâce à une technique de mélange et à 20 p. 100 pour le carburant diesel grâce à une autre technique.

Pour en revenir à la solution du méthanol, certains moteurs sont spécialement conçus pour fonctionner entièrement au méthanol. Ils ressemblent aux moteurs à essence, mais outre cela, il est certain que le rendement du moteur se trouve augmenté si l'on se sert d'un type de moteur à charge stratifiée. Nous avons donc pris un prototype mis au point aux États-Unis—nous travaillons en étroite collaboration avec le ministère de l'Énergie américain dans ce domaine. Nous distribuons présentement le travail à faire à tous les intéressés aux États-Unis et au Canada. L'évaluation sera effectuée, comme je l'ai dit, en janvier et février, mais sur un prototype de moteur à charge stratifiée.

Nous attendons beaucoup de ce moteur, mais avant de l'avoir mis à l'essai, nous ne pouvons en communiquer les avantages.

Mr. Gravel: Nevertheless, I think that you plan a scenario which could substitute part of the oil shortage with these blends. We would need to produce the sufficient quantities. Then, there would be plants to build, to mount, etc., and the projected cost of these products, that is indicated in our report, is not yet very well specified because the research in these pilot plants is not over. There is also a great uncertainty about the natural resources to be used. The use of coal, for example, demands quite important energetic sacrifices. In other words, there is not much efficiency.

Mr. Portelance: But few witnesses were ready to go ahead with natural gas and wood. As far as the pilot plants are concerned, there might exist one, but if not, there will be one pretty soon.

Le président: Monsieur Gore.

M. Gore: A mon avis, l'intérêt du méthanol, c'est que premièrement nous avons l'impression, comme M. Maund l'a dit, qu'avec 10 à 15 p. 100 de méthanol mélangé à l'essence, on règle pas mal de problèmes, alors que nous devons tenir compte du fait que le méthanol est toxique. Or, vous avez sûrement entendu parler au titre des options, du procédé d'essence-M et, d'après ce que l'on nous dit—et je ne sais pas s'il faut y croire entièrement comme on vient tout juste de nous

[*Text*]

• 1125

So one has to ask one's self whether you want a separate distribution system of a very toxic product, even if a methanol engine could be developed, or whether you take the other option of going through the M—gasoline process and you do not have any changes under end-use technology. I think this is the crux of this alternative fuels problem and it has to be approached from source, process, allocation and use. We cannot look at these things in single boxes and I think this is what I mentioned to your colleague that we have to, at this time, pursue all these options on the basis of net energy, on total costs, on environment and all the rest of it.

Mr. Portelance: When it comes to the time, no doubt people will not care about paying a bit more if it is a proven fact that the product costs more. What they object to now, probably, is the fact that they know it does not cost that much more, and that is probably why there is so much misunderstanding.

Thank you.

The Chairman: Mr. Rose.

Mr. Rose: I am sorry I missed the presentation, other things intervened. I missed what you might have had to say about conservation and I would like you to comment on that because we hear a great deal about that. We hear all the words, but I do not think we are doing very much about it. That is my personal view.

There is another thing I would like you to comment on, and that is that everyone from the Economic Council to people in alternative fuels and alternative energy sources seems to indicate that the only way to the mecca of alternatives and renewables is through increasing the price of oil. And so there are a couple of points I would like you to elaborate on and then I will turn it over to our staff, because I think there are other questions from the staff.

The Chairman: Yes, Mr. Clay has a couple of questions.

Mr. Gore: I thought this question might come up so I just scratched some numbers down here. If you take the current price of automobiles, the insurance, licensing costs and maintenance costs and put it on a 10,000 mile per year basis, the total cost is something like 37.5 cents per mile and the gasoline costs about 7.5 cents a mile. Those are rough numbers, but you see that the gasoline is one fifth.

The Chairman: What costs 37.5 cents per mile?

Mr. Rose: The total cost of owning an automobile . . .

The Chairman: All right.

Mr. Rose: . . . amortizing it, insuring it and driving it 10,000 miles a year.

[*Translation*]

le dire—la conversion du méthanol en essence-M coûte environ $0.05 le gallon et entraîne une perte d'énergie de 5 p. 100.

Il faut donc se demander si l'on désire un système de distribution indépendant d'un produit très toxique, même si un moteur à méthanol pouvait être mis au point ou si l'on choisit plutôt le procédé de l'essence-M, sans apporter de changements technologiques. Je crois qu'il s'agit au fond du problème des combustibles de remplacement que l'on a abordé sous l'angle de la source, du procédé, de la répartition et de l'utilisation. Nous ne pouvons pas considérer ces questions individuellement et c'est, je crois ce que j'ai mentionné à votre collègue. Pour l'instant, il faut chercher toutes les solutions sous l'angle de l'énergie nette du coût total, de l'environnement et autre.

M. Portelance: Quand on parle du facteur temps, il ne fait aucun doute que les gens ne se préoccupent pas de payer un peu plus cher, s'ils ont la preuve que le produit coûte ce prix. Mais ils s'opposent en ce moment, il semble, au fait qu'ils savent que cela ne coûte pas aussi cher. C'est probablement pour cette raison qu'il y a tant de malentendus.

Merci.

Le président: M. Rose.

M. Rose: Je regrette d'avoir été absent au moment de la présentation, pour diverses raisons. J'ai perdu ce que vous avez sûrement dit en matière de conservation, mais j'aimerais obtenir vos commentaires à ce sujet suite aux nombreuses observations entendues à ce propos. Nous entendons tous les commentaires, mais il ne semble pas que nous fassions beaucoup dans ce domaine. C'est bien entendu une opinion personnelle.

J'aimerais toutefois que vous précisiez une autre question, soit que tout le monde, des représentants du Conseil économique aux personnes qui œuvrent dans le domaine des sources d'énergie de remplacement et des combustibles de substitution, semble déclarer que le seul moyen d'obtenir des sources d'énergie renouvelables et de substitution, c'est la hausse du prix du pétrole. Mais j'aimerais que vous commentiez à ce propos. Ensuite, je céderai la parole à certains de nos employés qui, je crois, aimeraient vous poser quelques questions.

Le président: Oui, monsieur Clay a quelques questions à poser.

M. Gore: Je m'attendais à cette question, de sorte que j'ai écrit rapidement quelques chiffres sur papier. Si l'on prend le prix actuel des automobiles, de l'assurance, des plaques d'immatriculation, des permis de conduire et des frais de réparation et les analysons sur une base annuelle de 10,000 milles, le coût total au mille revient à environ 37.5 cents alors que l'essence coûte environ 7.5 cents le mille. Il s'agit, bien entendu, de chiffres écrits rapidement, mais vous voyez que l'essence compte pour le cinquième.

Le président: Qu'est-ce qui coûte 37.5 cents le mille?

M. Rose: Le coût total d'une automobile . . .

Le président: Très bien.

M. Rose: . . . en tenant compte de l'amortissement, de l'assurance et d'un parcours de 10,000 milles par année.

[*Texte*]

The Chairman: Right, okay.

Mr. Gore: What I am saying is that the capital cost on a medium car would be about $20,000 over 10 years and the insurance and licensing about $500 and the maintenance, let us say, $500 a year or something like that. So if you get 100,000 miles out of a car in 10 years, that comes out to about 37.5 cents. That is just a back-of-the-envelope calculation I made here, and if you count gasoline at $1.50, and it is somewhat less than that at the present time, it comes out to 7.5 cents. So really once anyone has made the decision to spend money on an automobile, the marginal cost is very small.

Mr. Rose: That is obviously how people feel about it in Europe . . .

Mr. Gore: That is right.

Mr. Rose: . . . where price has not been an effective rationing method.

Mr. Gore: No, but there is no doubt about it, people are buying more fuel-efficient cars to cut down the cost of gasoline.

• 1130

Mr. Rose: Would you mind now elaborating on what you are going to do? That is an incentive to buy smaller cars, but in Transport Canada what do you intend to do, in carrots and sticks, to save energy and save gasoline in the crunch between 1985 and 1990?

Mr. Gore: As you know, the government has decided to bring in mandatory standards. I think we spoke about that before you arrived, sir.

Mr. Rose: I think you said we were pretty well obligated to follow the American standards?

Mr. Gore: Yes.

Mr. Rose: Which is not anything we are doing.

Mr. Gore: Until 1985; and that really is to limit the disruptions in the automobile industry if we were to change.

What is Transport Canada doing? It has had the responsibility for monitoring of the voluntary standards, and we presume we will have responsibility for the mandatory standards. I do not think it is within the purview of the Department of Transport to talk about sticks and carrots as far as taxation on automobiles is concerned; it is more under the responsibility of the Department of Finance.

Mr. Rose: But you do have some things, perhaps, to recommend to this committee—because we are going to be put in that box in about a week.

Mr. Gore: Yes. We are working very closely with the railways and with the airlines on conservation matters. I think the airlines have done a particularly splendid job over the last several years as far as energy conservation is concerned. The railways have some way to go, but I think they are taking it more seriously now, and that has been something I think we can say we have contributed to. But I do not think we as a

[*Traduction*]

Le président: D'accord.

M. Gore: Ainsi, le coût d'une voiture moyenne serait d'environ $20,000 sur dix ans tandis que l'assurance et l'immatriculation s'élèveraient à $500 et l'entretien, disons, à $500 par année ou quelque chose du genre. Si, en 10 ans, vous parcourez 100,000 milles avec une voiture, elle vous reviendra à environ 37.5 cents le mille. Il s'agit d'un simple calcul rapide, bien entendu, et si vous calculez l'essence à $1.50 le gallon, ce qui est légèrement inférieur au prix actuel, cela revient à 7.5 cents. Donc, une fois qu'une personne a décidé de dépenser de l'argent pour une automoible, les dépenses marginales comptent peu.

M. Rose: C'est évidemment de cette manière que les gens pensent en Europe . . .

M. Gore: C'est juste.

M. Rose: . . . où le prix n'a jamais constitué une formule de rationnement efficace.

M. Gore: Non, mais il ne fait aucun doute que les gens achètent plus de voitures économiques afin de compenser le coût de l'essence.

M. Rose: Pourriez-vous préciser un peu ce que vous allez faire? Cela encourage l'achat de petites voitures, mais qu'est-ce que Transports Canada entend faire concrètement pour conserver l'énergie et économiser au titre de l'essence, entre 1985 et 1990?

M. Gore: Comme vous le savez, le gouvernement a décidé d'adopter des normes obligatoires. Je crois que nous en avons parlé avant votre arrivée, monsieur.

M. Rose: Je crois que vous avez dit que nous étions pas mal à la remorque des normes américaines, n'est-ce pas?

M. Gore: Oui.

M. Rose: Ce qui ne correspond pas à ce que nous faisons.

M. Gore: Jusqu'en 1985, il faut limiter la dégradation de l'industrie automobile, si nous devions apporter des changements.

A la question: «Que fait Transports Canada», je répondrai que le Ministère a été chargé de surveiller les normes laissées à la discrétion de chacun et nous supposons que nous serons chargés des normes obligatoires. Je ne crois pas que le Ministère envisage de parler de mesures de punition et de récompense dans le domaine des taxes sur les automobiles, car cela relève plus du ministère des Finances.

M. Rose: Mais vous avez peut-être quelques recommandations à formuler au Comité vu que nous devrons répondre à cette question dans environ une semaine.

M. Gore: Oui. Nous travaillons en étroite collaboration avec les secteurs de conservation. Je crois que les sociétés aériennes ont fait un travail ferroviaire et aérien en matière, extraordinaire dans ce domaine au cours des dernières années. Les chemins de fer ont encore un peu de route à parcourir, mais je pense qu'ils abordent la question d'une manière plus sérieuse en ce moment, et nous pouvons nous flatter d'y avoir contri-

[*Text*]

government department can go in and tell them how to operate railroads.

Mr. Gravel: May I have a comment on this, Mr. Chairman?

The Chairman: Yes.

Mr. Gravel: I will not go too far into the business of oil pricing, but I think the data we have reproduced in figure 11 from the more recent paper on the subject speaks quite eloquently on the effective price. There is a shaded band at $38 to $40 a barrel, labelled "world oil price", below which all the early technologies are priced. The Canadian price is, as we know, below that to some extent. Therefore the net driving force to bring these things about is missing. So the assumption we made here is that this is a statement of how we see the feasible. The feasible and what will be done are two different things, and nothing operates without a driving force, as we all know from chemistry. The driving force to achieve these things is the economics, and in the present Canadian price structure this is missing. The strategy, therefore, of a low price to make these things happen would require a fairly hefty intervention from government, and the extent to which the government is prepared to do that will determine the success of the introduction of these technologies.

The Chairman: Thank you. I just want to let Mr. Clay get a question or two in, because the other committee is now waiting.

Mr. Clay: Thank you, Mr. Chairman. I will be quite short here.

First an observation about figure 11. Those 600,000 barrels per day of unconventional oil postulated for 1990 would require an expanded Syncrude, an expanded Suncor the Alsands and the Esso Cold Lake plants operating at full capacity, and on top of that about another 100,000 barrels per day, or something like it, of Canadian use of heavy oils. There is no guarantee at all that will be achieved. So you may find the shortfall you have to contend with in 1990 is rather larger than what is pictured in that diagram.

Just a couple of quick questions. On the business of the aluminum air battery, one of the things which are particularly appealing about that and why it is a departure from other battery systems is the fact that you do not have to plug your automobile in at night and you can refuel essentially with a short stop at a filling station, if this technology works out. Therefore it represents a major advance over other battery systems. You say you are quite interested in it at Transport Canada. Have you considered sending someone down to Lawrence Livermore to look at the work they are doing on that system?

• 1135

Mr. Gravel: First, may I maybe correct an impression you have? The battery is a primary battery. The refuelling is by changing the plates, so there is no recharging, and that is one

[*Translation*]

bué. Mais comme ministère, nous ne pouvons pas aller leur dire comment faire fonctionner les trains.

M. Gravel: Puis-je apporter un commentaire à ce sujet, monsieur le président?

Le président: Oui.

M. Gravel: Je ne m'aventurerai pas trop sur la question de fixation du prix du pétrole, mais je crois que les chiffres fournis au tableau XI et tirés du plus récent document qui existe sur le sujet est fort éloquent quant au prix réel. Il existe une zone d'ombre entre $38 et $40 le baril, étiqueté comme «prix mondial du pétrole», au-dessous duquel toutes les premières technologies sont évaluées. Le prix canadien est, comme nous le savons, inférieur à ce prix dans une certaine mesure. Par conséquent, la force motrice destinée à créer cette situation n'existe pas. L'hypothèse que nous avons donc posée ici, c'est que cela correspond à la manière dont nous voyons la réalité. Les possibilités de réalisation et le travail accompli sont deux choses totalement différentes, et rien n'existe sans force motrice comme nous l'a appris la chimie. La force motrice de réalisation correspond aux facteurs économiques, ce qui ne figure pas dans le barème de prix canadien. Par conséquent, la stratégie d'un prix bas pour en permettre la réalisation nécessiterait une intervention plutôt imposante de la part du gouvernement, et le succès de l'adoption de ces technologies dépendra de la détermination qui animera le gouvernement.

Le président: Merci. Je veux simplement laisser M. Clay poser une question ou deux, parce que l'autre comité attend.

M. Clay: Merci, monsieur le président. Je serai fort bref.

En premier lieu, une simple observation au sujet du tableau XI. Ces 600,000 barils par jour de pétrole non classique pour 1990 exigeraient l'agrandissement des usines Syncrude, Suncor, Alsands et Esso à Cold Lake qui travaillent à pleine Capacité et en plus de cela, environ 100,000 autres barils par jour ou quelque chose du genre pour la consommation canadienne de pétrole brut. Rien ne le garantit, de sorte que la pénurie que vous attendez pour 1990 sera probablement supérieure à celle que vous avez prévue dans ce diagramme.

Quelques autres questions rapides. Au sujet de la batterie air-aluminium, un des aspects qui nous attire particulièrement à ce propos et qui marque une distance par rapport aux autres piles, c'est qu'il n'est plus nécessaire de brancher l'automobile la nuit et qu'on peut la réalimenter pratiquement lors d'un arrêt rapide à un centre prévu à cet effet, si cette technique s'avère fructueuse. Par conséquent, cela constitue un progrès important par rapport aux autres piles que nous connaissons. Vous dites que Transports Canada y est fort intéressé. Avez-vous toutefois envisagé la possibilité d'envoyer quelqu'un à Lawrence Livermore pour examiner leur recherche?

M. Gravel: Premièrement, permettez-moi de corriger une impression que vous semblez donner. La batterie est une pile primaire dont la réalimentation s'effectue par le changement

[*Texte*]

of its big features because you do not have to spend half of the car's life parked and being recharged.

Mr. Clay: Yes, that is why it is exciting.

Mr. Gravel: We have collected the papers. We have not ourselves visited Lawrence Livermore. We are trying to get established research people, in both the private and public sectors, to take an active interest because we do not ourselves carry any out of this research. We promote it, we fund it and we attempt to program it, but we have very limited facilities ourselves therefore we are not the best people to open up relations in the strict technical sense. However, since we are managingsome of the funds that would likely be used for this purpose, certainly we are making every effort to be appraised and to direct the traffic, as it were.

Mr. Clay: The remaining questions I will just leave with you and perhaps I can contact you subsequently about them. I will just pose them for your benefit now. Are we in the process of writing off intercity rail transportation in Canada? Do you see any particular future for hybrid vehicles as opposed to straight electric vehicles, and why do you think one might dominate the other in Canada's future? Is there perhaps a market for a Canadian car? How seriously and in what time frame do you regard the prospect of rail electrification in the Canadian railway system? I will leave those questions with you and then perhaps call you some time to get your views on them.

The Chairman: The questions are on the record. Perhaps you could communicate the answers to the clerk and then it would become part of our record as well.

Mr. Gurbin: Mr. Chairman, I am not going to ask a question or anything, but just for the record, the recharging is with water every 250 miles, with the plates changed every 1,200 miles or so.

The Chairman: Okay, we hope. With that, I would once again like to thank the people from Transport Canada for coming. You have helped us a great deal.

This meeting is now adjourned.

[*Traduction*]

des plaques de sorte qu'il n'existe pas de recharge et c'est d'ailleurs l'une de ses caractéristiques, vu que l'auto ne doit pas passer la moitié de sa «vie» arrêtée pour être rechargée.

M. Clay: Oui, c'est ce qui en fait l'attrait.

M. Gravel: Nous avons recueilli la documentation à ce sujet, mais nous ne nous sommes pas rendus à la Lawrence Livermore. Nous essayons d'y intéresser vivement des recherchistes connus du secteur privé et public, vu que nous n'effectuons pas de recherche de ce genre. Nous l'encourageons, nous la finançons et nous cherchons à la programmer, mais nous disposons nous-mêmes d'installations très limitées. Par conséquent, nous ne sommes pas les mieux outillés pour entreprendre des relations sur le plan strictement technique. Cependant, comme nous administrons une partie de l'argent qui servirait vraisemblablement à cela, il est évident que nous faisons tous les efforts appréciables pour orienter le travail comme il le faudrait.

M. Clay: Quant aux autres questions, je vous les communique seulement. Je pourrai peut-être entrer en communication avec vous plus tard à ce sujet. Je vous les formule pour votre simple gouverne. Sommes-nous en train d'éliminer le transport ferroviaire de banlieue au Canada? Voyez-vous un quelconque avenir pour les véhicules hybrides, comparativement aux véhicules strictement électriques, et pourquoi êtes-vous d'avis que l'un des deux doit être privilégié pour l'avenir au Canada? Existe-t-il un marché pour une automobile canadienne? Dans quel délai et avec quel sérieux envisagez-vous l'électrification des chemins de fer canadiens? Je vous laisse sur ces questions et je vous rappellerai pour obtenir votre opinion à ce sujet.

Le président: Les questions figurent au compte rendu du Comité. Vous pourriez peut-être communiquer les réponses au greffier du Comité qui les intégrera ensuite au texte des délibérations.

M. Gurbin: Monsieur le président, je ne désire pas poser de question, mais tout simplement, pour plus de précision, dire que la recharge s'effectue avec de l'eau tous les 250 milles et que l'on procède au changement des plaques environ tous les 1,200 milles.

Le président: D'accord. J'aimerais sur ces paroles remercier encore une fois les hauts fonctionnaires de Transports Canada d'être venus parmi nous. Votre aide nous a été fort précieuse, Messieurs.

La séance est maintenant levée.

Canada Post Postage paid
Postes Canada Port payé
Third class
Troisième classe
K1A 0S7
HULL

If undelivered, return COVER ONLY to
Canadian Government Printing Office,
Supply and Services Canada,
45 Sacré-Coeur Boulevard,
Hull, Québec, Canada, K1A 0S7

En cas de non-livraison,
retourner cette COUVERTURE SEULEMENT à
Imprimerie du gouvernement canadien,
Approvisionnements et Services Canada,
45, boulevard Sacré-Coeur,
Hull, Québec, Canada, K1A 0S7

WITNESSES—TÉMOINS

From Transport Canada:

Mr. Jean J. O. Gravel, Director General, Research and Development;

Mr. Neil R. Gore, Director, Strategic Studies Branch;

Mr. G. B. Maund, Strategic Studies.

De Transports Canada:

M. Jean J. O. Gravel, directeur général, Recherche et développement;

M. Neil R. Gore, directeur, Direction des études stratégiques;

M. G. B. Maund, Études stratégiques.

Available from the Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, Hull, Quebec, Canada K1A 0S9

En vente: Centre d'édition du gouvernement du Canada, Approvisionnements et Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

HOUSE OF COMMONS

Issue No. 37

Tuesday, December 16, 1980
Tuesday, January 13, 1981
Thursday, January 15, 1981
Tuesday, January 20, 1981
Wednesday, January 21, 1981
Thursday, January 22, 1981
Thursday, January 29, 1981
Tuesday, February 3, 1981
Wednesday, February 4, 1981
Thursday, February 5, 1981
Tuesday, February 10, 1981
Thursday, February 12, 1981
Tuesday, February 24, 1981
Thursday, February 26, 1981
Thursday, March 5, 1981
Tuesday, March 10, 1981
Thursday, March 12, 1981
Tuesday, March 17, 1981
Wednesday, March 18, 1981
Tuesday, March 24, 1981
Thursday, April 2, 1981
Tuesday, April 7, 1981
Thursday, April 9, 1981
Tuesday, April 14, 1981
Tuesday, April 21, 1981
Thursday, April 23, 1981
Monday, May 11, 1981

Chairman: Mr. T. H. Lefebvre

CHAMBRE DES COMMUNES

Fascicule nº 37

Le mardi 16 décembre 1980
Le mardi 13 janvier 1981
Le jeudi 15 janvier 1981
Le mardi 20 janvier 1981
Le mercredi 21 janvier 1981
Le jeudi 22 janvier 1981
Le jeudi 29 janvier 1981
Le mardi 3 février 1981
Le mercredi 4 février 1981
Le jeudi 5 février 1981
Le mardi 10 février 1981
Le jeudi 12 février 1981
Le mardi 24 février 1981
Le jeudi 26 février 1981
Le jeudi 5 mars 1981
Le mardi 10 mars 1981
Le jeudi 12 mars 1981
Le mardi 17 mars 1981
Le mercredi 18 mars 1981
Le mardi 24 mars 1981
Le jeudi 2 avril 1981
Le mardi 7 avril 1981
Le jeudi 9 avril 1981
Le mardi 14 avril 1981
Le mardi 21 avril 1981
Le jeudi 23 avril 1981
Le lundi 11 mai 1981

Président: M. T. H. Lefebvre

Minutes of Proceedings and Evidence of the Special Committee on

Alternative Energy and Oil Substitution

Procès-verbaux et témoignages du Comité spécial de l'

Énergie de remplacement du pétrole

RESPECTING:

Study on alternative energy and oil substitution

INCLUDING:

The Second and Third Reports to the House

CONCERNANT:

Étude de l'énergie de remplacement du pétrole

Y COMPRIS:

Le deuxième et le troisième rapport à la Chambre

LIBRARY
AUG 4 1981
UNIVERSITY OF TORONTO

First Session of the
Thirty-second Parliament, 1980

Première session de la
trente-deuxième législature, 1980

HOUSE OF COMMONS

Issue No. 37

Tuesday, December 16, 1980
Tuesday, January 13, 1981
Thursday, January 15, 1981
Tuesday, January 20, 1981
Wednesday, January 21, 1981
Thursday, January 22, 1981
Thursday, January 29, 1981
Tuesday, February 3, 1981
Wednesday, February 4, 1981
Thursday, February 5, 1981
Tuesday, February 10, 1981
Thursday, February 12, 1981
Tuesday, February 24, 1981
Thursday, February 26, 1981
Thursday, March 5, 1981
Tuesday, March 10, 1981
Thursday, March 12, 1981
Tuesday, March 17, 1981
Wednesday, March 18, 1981
Tuesday, March 24, 1981
Thursday, April 2, 1981
Tuesday, April 7, 1981
Thursday, April 9, 1981
Tuesday, April 14, 1981
Tuesday, April 21, 1981
Thursday, April 23, 1981
Monday, May 11, 1981

Chairman: Mr. T. H. Lefebvre

CHAMBRE DES COMMUNES

Fascicule nº 37

Le mardi 16 décembre 1980
Le mardi 13 janvier 1981
Le jeudi 15 janvier 1981
Le mardi 20 janvier 1981
Le mercredi 21 janvier 1981
Le jeudi 22 janvier 1981
Le jeudi 29 janvier 1981
Le mardi 3 février 1981
Le mercredi 4 février 1981
Le jeudi 5 février 1981
Le mardi 10 février 1981
Le jeudi 12 février 1981
Le mardi 24 février 1981
Le jeudi 26 février 1981
Le jeudi 5 mars 1981
Le mardi 10 mars 1981
Le jeudi 12 mars 1981
Le mardi 17 mars 1981
Le mercredi 18 mars 1981
Le mardi 24 mars 1981
Le jeudi 2 avril 1981
Le mardi 7 avril 1981
Le jeudi 9 avril 1981
Le mardi 14 avril 1981
Le mardi 21 avril 1981
Le jeudi 23 avril 1981
Le lundi 11 mai 1981

Président: M. T. H. Lefebvre

Minutes of Proceedings and Evidence of the Special Committee on

Alternative Energy and Oil Substitution

RESPECTING:

Study on alternative energy and oil substitution

INCLUDING:

The Second and Third Reports to the House

First Session of the Thirty-second Parliament, 1980

Procès-verbaux et témoignages du Comité spécial de l'

Énergie de remplacement du pétrole

CONCERNANT:

Étude de l'énergie de remplacement du pétrole

Y COMPRIS:

Le deuxième et le troisième rapport à la Chambre

Première session de la trente-deuxième législature, 1980

29617—1

SPECIAL COMMITTEE ON ALTERNATIVE ENERGY AND OIL SUBSTITUTION

Chairman: Mr. T. H. Lefebvre

Messrs.

Corbett
Gurbin
MacBain
McCauley

COMITÉ SPÉCIAL DE L'ÉNERGIE DE REMPLACEMENT DU PÉTROLE

Président: M. T. H. Lefebvre

Messieurs

Portelance
Rose

(Quorum 4)

Le greffier du Comité

J. M. Robert Normand

Clerk of the Committee

Published under authority of the Speaker of the House of Commons by the Queen's Printer for Canada

Available from the Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

Publié en conformité de l'autorité de l'Orateur de la Chambre des communes par l'Imprimeur de la Reine pour le Canada

En vente: Centre d'édition du gouvernement du Canada, Approvisionnements et Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

REPORT TO THE HOUSE

Tuesday, March 31, 1981

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution has the honour to present its

SECOND REPORT

In relation to its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980, your Committee is now concluding consideration of its Report to the House and recommends that the submission deadline be extended to May 15, 1981, to allow for editing, translation and printing.

Respectfully submitted,

Le président

T. H. Lefebvre

Chairman

Concurred in on Tuesday, March 31, 1981.

Tuesday, March 31, 1981

ORDERED,—That the deadline for the submission of the Report of the Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution, be extended to May 15, 1981, to allow for editing, translation and printing.

ATTEST:

Le Greffier de la Chambre des communes

C. B. KOESTER

The Clerk of the House of Commons

RAPPORT À LA CHAMBRE

Le mardi 31 mars 1981

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole a l'honneur de présenter son

DEUXIÈME RAPPORT

Relativement à son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980, votre Comité est présentement à terminer l'étude de son rapport à la Chambre et recommande que le delai de présentation soit reporté au 15 mai 1981 afin d'en permettre la révision, la traduction et l'impression.

Respectueusement soumis,

Le président

T. H. Lefebvre

Chairman

Adopté le mardi 31 mars 1981.

Le mardi 31 mars 1981

IL EST ORDONNÉ,—Que le délai de présentation du rapport du Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole, soit reporté au 15 mai 1981 afin d'en permettre la révision, la traduction et l'impression.

ATTESTÉ:

Le Greffier de la Chambre des communes

C. B. KOESTER

The Clerk of the House of Commons

MINUTES OF PROCEEDINGS

TUESDAY, DECEMBER 16, 1980
(51)

[*Text*]

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 3:40 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee met to discuss the future business of the Committee.

On motion of Mr. Rose, it was agreed,—That the Clerk of the Committee be authorized to get in touch with the person to be designated by Mr. Rose, M.P., for the purpose of making arrangements to study the edited transcript of the evidence given to the Committee by Dr. John Emmett and Dr. Richard Post when they appeared before the Committee on Wednesday, December 10, 1980.

The person in question will be requested to prepare an analysis and critique of the Emmett and Post presentation and also to formulate any other comment that he may wish to make relating to renewables, conservation or to the presentation itself.

The Clerk of the Committee was also authorized to offer an amount not exceeding $500 for this service.

Agreed,—That the services of "Les Illustrateurs" graphics firm be retained to assist the Committee in the writing of its Report as recommended by the Committee of three which was authorized to interview and make recommendations relating to the hiring of the graphics firm.

The Committee also agreed to the following:

(*a*) That the Report be printed on 8 ½ × 11 sheets.

(*b*) That five thousand copies of the complete Report be printed and ten thousand copies of the summary form, and that 20% of each be in French.

(*c*) That the contract allow for one hundred illustrations to be prepared as follows: eighty graphics and twenty illustrations, including both front and back covers.

(*d*) That the twenty illustrations be prepared *camera ready*, also allowing for printing in four different colours.

(*e*)That the eighty graphics also be prepared *camera ready* allowing for at least two colours.

(*f*) The Committee was also told that fourteen days have been allowed by the firm to meet with the different groups who will be preparing the Report to the House.

(*g*) The firm agreed to submit a sketch for each graphic or illustration before proceeding to the final production.

PROCÈS-VERBAL

LE MARDI 16 DÉCEMBRE 1980
(51)

[*Traduction*]

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 15 h 40 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef du projet du Comité.

Le Comité se réunit pour étudier l'ordre de ses prochains travaux.

Sur motion de M. Rose, il est convenu,—Que les greffiers du Comité soient autorisés à communiquer avec la personne que désignera M. Rose, député, afin de prendre les dispositions visant à étudier la transcription revisée des témoignages rendus devant le Comité par MM. John Emmett et Richard Post lors de leur comparution devant le Comité le mercredi 10 décembre 1980.

On demandera à cette personne de préparer une analyse et une critique de la présentation faite par MM. Emmett et Post et de formuler également d'autres commentaires qu'ils pourraient désirer faire concernant les ressources renouvelables, l'économie de l'énergie ou la présentation elle-même.

Le greffier du Comité est également autorisé à offrir un montant ne dépassant pas $500 pour ce service.

Il est convenu,—Que l'on retienne les services de la firme d'art graphique «Les Illustrateurs» pour aider le Comité dans la rédaction de son rapport tel que recommandé par le Comité des trois qui est autorisé à interviewer et à faire des recommandations concernant la possibilité de retenir les services de ladite firme.

Le Comité convient également de faire les recommandations suivantes:

a) Que le rapport soit imprimé sur des feuilles de 8 ½ × 11.

b) Que cinq mille exemplaires du rapport intégral et dix mille exemplaires du résumé soient imprimés et que 20% des exemplaires dans chaque cas soient rédigés en français.

c) Que le contrat prévoit la préparation de cent illustrations de la façon suivante: quatre-vingts graphiques, et vingt illustrations y compris les deux pages couvertures.

d) Que les vingt illustrations soient prêtes pour la *photocomposition* permettant également l'impression dans quatre couleurs différentes.

e) Que les quatre-vingts graphiques soient également prêts pour la *photocomposition* prévoyant au moins deux couleurs.

f) Le Comité est également informé que la société d'art graphique lui a accordé 14 jours pour rencontrer les différents groupes qui prépareront le rapport à la Chambre.

g) La Société convient de soumettre une ébauche de chaque graphique ou illustration avant d'entreprendre la dernière production.

(*h*) The firm will assume artistic direction for the publication and will prepare a mock-up copy of the Report.

(*i*) The cost of $13,925 submitted by "Les Illustrateurs" was accepted by the Committee.

(*j*) Should the services of the firm not be satisfactory, the Committee reserves the right to terminate the agreement on a seven-day written notice and to pay for the costs incurred.

At 5:40 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

TUESDAY, JANUARY 13, 1981
(52)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 10:20 o'clock a.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution (*See Issue No. 1*).

At 12:30 o'clock p.m., the Committee adjourned until 3:30 o'clock p.m. this day.

AFTERNOON SITTING
(53)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 3:40 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution (*See Issue No. 1*).

Agreed,—That the study presently being done by the Economic Council of Canada under the supervision of the Committee Project Manager be circulated to Members of the Committee when completed and that, if necessary, the Economic Council of Canada be invited to appear before the Committee.

Agreed,—That the Committee approves in principle the hiring of a person having the required expertise to revise the Report now being prepared by this Committee to offer advice relating to the style and other related subjects before the Report is printed.

At 5:30 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

THURSDAY, JANUARY 15, 1981
(54)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 10:20 o'clock a.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

h) La Société assumera la direction artistique pour la publication et préparera une maquette du rapport.

i) Le Comité accepte le coût de $13,925 soumis par la société «Les illustrateurs».

j) Si les services de la société ne sont satisfaisants, le Comité se réserve le droit de mettre fin à l'accord en produisant un préavis écrit de sept jours et de payer les frais engagés.

A 17 h 40, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE MARDI 13 JANVIER 1981
(52)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 10 h 20 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef de service et chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980, portant sur l'énergie de remplacement du pétrole (*Voir fascicule nº 1*).

A 12 h 30, le Comité suspend ses travaux jusqu'à 15 h 30.

SÉANCE DE L'APRÈS-MIDI
(53)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 15 h 40 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley, Portelance et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef de service et chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole (*Voir fascicule nº 1*).

Il est convenu,—Que l'étude que le Conseil économique du Canada effectue actuellement sous la supervision du chef du projet du Comité soit distribuée aux membres du Comité une fois terminée et que, s'il y a lieu, le Conseil économique du Canada soit invité à comparaître devant le Comité.

Il est convenu,—Que le Comité approuve en principe l'embauche d'une personne qui a les connaissances suffisantes pour réviser le rapport que le Comité est actuellement en train de rédiger, donner des conseils pertinents sur le style et sur d'autres questions connexes avant l'impression du rapport.

A 17 h 30, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE JEUDI 15 JANVIER 1981
(54)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 10 h 20 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Members of the Committee present: Messrs. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution (*See Issue No. 1*).

At 12:35 o'clock p.m., the Committee adjourned until 3:30 o'clock p.m. this day.

AFTERNOON SITTING
(55)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 3:40 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1*)

At 6:20 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

TUESDAY, JANUARY 20, 1981
(56)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 10:30 o'clock a.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. John Graham, Acting Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution (*See Issue No. 1*).

At 12:30 o'clock p.m., the Committee adjourned until 3:30 o'clock p.m. this day.

AFTERNOON SITTING
(57)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 3:50 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. John Graham, Acting Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution (*See Issue No. 1*).

Membres du Comité présents: MM. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef de service et chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole (*Voir fascicule nº 1*).

A 12 h 35, le Comité suspend ses travaux jusqu'à 15 h 30.

SÉANCE DE L'APRÈS-MIDI
(55)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 15 h 40 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef de service et chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole (*Voir fascicule nº 1*).

A 18 h 20, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE MARDI 20 JANVIER 1981
(56)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 10 h 30 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. John Graham, chef de service suppléant et chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole (*Voir fascicule nº 1*).

A 12 h 30, le Comité suspend ses travaux jusqu'à 15 h 30.

SÉANCE DE L'APRÈS-MIDI
(57)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 15 h 50 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. John Graham, chef de service suppléant et chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole (*Voir fascicule nº 1*).

Agreed,—That the meeting with the new Chairman of CANERTECH be held on February 10 instead of February 3 as originally decided.

Agreed,—That the letter received by the Chairman from the Minister of Energy, Mines and Resources in which answers to questions asked when the Minister appeared before the Committee on November 25, 1980 are provided be printed as an appendix to the Committee's Minutes of Proceedings and Evidence (*"See Appendix AEEA-68"*).

At 5:30 o'clock p.m., the Committee adjourned until 8:00 o'clock p.m. this evening.

EVENING SITTING
(58)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 8:37 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution (*See Issue No. 1*).

At 9:45 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

WEDNESDAY, JANUARY 21, 1981
(59)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 3:45 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution (*See Issue No. 1*).

At 5:35 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

THURSDAY, JANUARY 22, 1981
(60)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 10:30 o'clock a.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution (*See Issue No. 1*).

Il est convenu,—Que la rencontre avec le nouveau président de CANERTECH ait lieu le 10 février au lieu du 3 février tel que tout d'abord décidé.

Il est convenu,—Que la lettre adressée au président par le ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources et dans laquelle figurent les réponses aux questions soulevées lors de la comparution du Ministre devant le Comité le 25 novembre 1980 soit joint aux procès-verbal et témoignages de ce jour (*Voir appendice «AEEA-68»*).

A 17 h 30, le Comité suspend ses travaux jusqu'à 20 heures.

SÉANCE DU SOIR
(58)

Le Comité spécial sur l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 20 h 37 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef de service et chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole (*Voir fascicule nº 1*).

A 21 h 45, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE MERCREDI 21 JANVIER 1981
(59)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 15 h 45 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole (*Voir fascicule nº 1*).

A 17 h 35, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE JEUDI 22 JANVIER 1981
(60)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 10 h 30 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole (*Voir fascicule nº 1*).

On motion of Mr. McCauley, it was agreed,—That the letter from Environment Canada dated January 19, 1981 be printed as an appendix to the Committee's Minutes of Proceedings and Evidence (*See Appendix "AEEA-69"*).

At 12:05 o'clock p.m., the Committee adjourned until 3:30 o'clock p.m. this day.

AFTERNOON SITTING
(61)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 3:42 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution (*See Issue No. 1*).

At 7:00 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

THURSDAY, JANUARY 29, 1981
(62)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 10:15 o'clock a.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution (*See Issue No. 1*).

Agreed,—That the proposed schedule of meetings prepared by the Project Manager be adopted and that, if necessary, the Committee meet on Mondays and Fridays.

Agreed,—That the Committee meet with the President of CANERTECH, Mr. Lorne D. R. Dyke, at 9:00 a.m. on Tuesday, February 10, 1981 prior to the regularly scheduled meeting.

On motion of Mr. Gurbin, it was agreed,—That the Project Manager and the Clerk of the Committee be authorized to retain the services of an economist, a scientist and an editor-writer to check the report completely from a technical standpoint and for grammar and style, and that expenditure not exceeding the sum of $5,000 be authorized accordingly.

At 12:20 o'clock p.m., the Committee adjourned until 3:30 o'clock p.m. this day.

AFTERNOON SITTING
(63)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 3:45 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Sur motion de M. McCauley, il est convenu,—Que la lettre d'Environnement Canada en date du 19 janvier 1981 soit jointe aux procès-verbal et témoignages de ce jour (*Voir appendice «AEEA-69»*).

A 12 h 05, le Comité suspend ses travaux jusqu'à 15 h 30.

SÉANCE DE L'APRÈS-MIDI
(61)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 15 h 42 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef de service et chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole (*Voir fascicule nº 1*).

A 19 heures, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE JEUDI 29 JANVIER 1981
(62)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 10 h 15 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef de la Division et directeur du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole (*Voir fascicule nº 1*).

Il est convenu,—Que le projet de calendrier des séances préparé par le directeur du projet soit adopté et que, s'il y a lieu, le Comité se réunisse les lundis et vendredis.

Il est convenu,—Que le Comité rencontre le président de CANERTECH, M. Lorne D. R. Dyke, à 9 heures le mardi 10 février 1981 avant la séance normalement prévue pour ce jour-là.

Sur motion de M. Gurbin, il est convenu,—Que le directeur du projet et le greffier du Comité soient autorisés à retenir les services d'un économiste, d'un scientifique et d'un rédacteur-réviseur pour vérifier tout le rapport du point de vue technique, grammatical et stylistique et que des dépenses ne dépassant pas $5,000 soient autorisées à cet effet.

A 12 h 20, le Comité suspend ses travaux jusqu'à 15 h 30.

SÉANCE DE L'APRÈS-MIDI
(63)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 15 h 45 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution (*See Issue No. 1*).

At 7:05 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

TUESDAY, FEBRUARY 3, 1981
(64)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 10:17 o'clock a.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution (*See Issue No. 1*).

Agreed,—That the two proposed cover pages of the Report showing the sun in yellow and red be retained and that "Les Illustrateurs" be authorized to proceed to the preparation of the next phase of the cover by showing one of the examples all in yellow on black background and second example showing a yellow sun with red lettering.

At 12:15 o'clock p.m., the Committee adjourned until 3:30 o'clock p.m. this day.

AFTERNOON SITTING
(65)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 3:45 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution (*See Issue No. 1*).

At 7:00 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

WEDNESDAY, FEBRUARY 4, 1981
(66)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 3:45 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef de la Division et directeur du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole (*Voir fascicule nº 1*).

A 19 h 05, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE MARDI 3 FÉVRIER 1981
(64)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 10 h 17 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef de la division et directeur du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole (*Voir fascicule nº 1*).

Il est convenu,—Que les deux pages couvertures proposées pour le rapport, montrant un soleil jaune et rouge soient retenues et que la maison «Les Illustrateurs» soit autorisée à préparer la phase suivante de la couverture dont une épreuve sera entièrement jaune sur fond noir et la seconde présentera un soleil jaune avec un lettrage rouge.

A 12 h 15, le Comité suspend ses travaux jusqu'à 15 h 30.

SÉANCE DE L'APRÈS-MIDI
(65)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 15 h 45 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef de la division et directeur du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole (*Voir fascicule nº 1*).

A 19 heures, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE MERCREDI 4 FÉVRIER 1981
(66)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 15 h 45 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Members of the Committee present: Messrs. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

At 6:00 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

THURSDAY, FEBRUARY 5, 1981
(67)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 10:15 o'clock a.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

At 12:15 o'clock p.m., the Committee adjourned until 3:30 o'clock p.m. this day.

AFTERNOON SITTING
(68)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 3:40 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

At 7:00 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

TUESDAY, FEBRUARY 10, 1981
(69)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 9:30 o'clock a.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

Membres du Comité présents: MM. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef de la Division et directeur du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1*).

À 18 heures, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE JEUDI 5 FÉVRIER 1981
(67)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 10 h 15 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef de la Division et directeur du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

A 12 h 15, le Comité suspend ses travaux jusqu'à 15 h 30.

SÉANCE DE L'APRÈS-MIDI
(68)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 15 h 40 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

A 19 heures, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE MARDI 10 FÉVRIER 1981
(69)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 9 h 30 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef de la Division et directeur du projet du Comité.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

At 12:15 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

THURSDAY, FEBRUARY 12, 1981
(70)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 10:28 o'clock a.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

Agreed,—That the cover design submitted this day by "Les Illustrateurs", a description of which follows, be adopted:

A small cog-wheel at the upper right, in the centre of which is a maple leaf, represents the sun. A large cog-wheel covering the centre and lower left lists the various energy sources and shows a broken tooth to indicate our declining resources, and represents the earth.

The cover is basically black, with yellow starting at the lower left and progressively turning to red as it reaches the "sun".

The back cover follows the same style and shows new technologies.

Mr. Rose registered his objection to "Fusion" appearing on the front cover.

At 1:00 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

TUESDAY, FEBRUARY 24, 1981
(71)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 10:30 o'clock a.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

At 12:35 o'clock p.m., the Committee adjourned until 3:30 o'clock p.m. this afternoon.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

A 12 h 15, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE JEUDI 12 FÉVRIER 1981
(70)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 10 h 28 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef de la Division et directeur du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

Il est convenu,—Que le dessin de la couverture soumis aujourd'hui par «Les Illustrateurs», dont voici une description, soit adoptée:

Une petite roue dentée à la partie supérieure droite, au centre de laquelle se trouve une feuille d'érable; elle représente le soleil. Une grande roue dentée couvrant le centre et la partie gauche inférieure où sont énumérées les diverses sources d'énergie, montre une dent brisée pour indiquer nos ressources en voie d'épuisement; elle représente la terre.

La couverture comporte un fond noir et au tout début à la partie intérieure le jaune prime et change progressivement au rouge à mesure qu'il atteint le «soleil».

La couverture arrière conserve le même style et fait état des nouvelles technologies.

M. Rose s'oppose au mot «fusion» qui figure sur la couverture avant.

A 13 heures, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE MARDI 24 FÉVRIER 1981
(71)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 10 h 30 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef de la Division et directeur du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

A 12 h 35, le Comité suspend ses travaux jusqu'à 15 h 30.

AFTERNOON SITTING
(72)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 3:45 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

Agreed,—That Editex Communications Limited, communications consultants, be retained to plan the release of the Committee's Report, according to the plan of action prepared by the Clerk of the Committee, and that an amount not exceeding $5,000 be allocated for that purpose.

At 6:20 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

THURSDAY, FEBRUARY 26, 1981
(73)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 3:45 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley and Portelance.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

At 5:15 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

THURSDAY, MARCH 5, 1981
(74)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 10:20 o'clock a.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

At 12:15 o'clock p.m., the Committee adjourned until 3:30 o'clock p.m. this day.

SÉANCE DE L'APRÈS-MIDI
(72)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 15 h 45 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley, Portelance et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef de la Division et directeur du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

Il est convenu,—Que l'on retienne les services de la Firme Editex Communications Limited, consultants en communications, qui se chargera de la publication du rapport du Comité conformément au plan d'action préparé par le greffier du Comité, et qu'un montant ne dépassant pas $5,000 soit réservé à cette fin.

A 18 h 20, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE JEUDI 26 FÉVRIER 1981
(73)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à 15 h 45 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley et Portelance.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef de la Division et directeur du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

A 17 h 15, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE JEUDI 5 MARS 1981
(74)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 10 h 20 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef de la Division et chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

A 12 h 15, le Comité suspend ses travaux jusqu'à 15 h 30.

AFTERNOON SITTING
(75)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 3:45 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

At 5:35 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

TUESDAY, MARCH 10, 1981
(76)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 10:30 o'clock a.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

At 12:00 o'clock noon, the Committee adjourned to the call of the Chair.

THURSDAY, MARCH 12, 1981
(77)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 3:50 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

At 5:30 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

SÉANCE DE L'APRÈS-MIDI
(75)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 15 h 45 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef de la Division et directeur du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

A 17 h 35, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE MARDI 10 MARS 1981
(76)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 10 h 30 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef de la Division et directeur du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

A midi, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE JEUDI 12 MARS 1981
(77)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 15 h 30 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley, Portelance et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef de la Division et directeur du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

A 17 h 30, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

TUESDAY, MARCH 17, 1981
(78)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 10:20 o'clock a.m. this day, the acting Chairman, Mr. Portelance, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Corbett, Gurbin, MacBain, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

At 11:35 o'clock a.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

WEDNESDAY, MARCH 18, 1981
(79)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 3:45 o'clock p.m. this day, the acting Chairman, Mr. Portelance, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, MacBain, McCauley, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

At 5:40 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

TUESDAY, MARCH 24, 1981
(80)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 10:15 o'clock a.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

Agreed,—That Professor Benoît Jean be allowed to sit in on Committee meetings and that he be given a copy of the French and English versions of the Report for the purpose of assisting the French-speaking members.

At 11:35 o'clock a.m., the Committee adjourned until 3:30 o'clock p.m. this day.

LE MARDI 17 MARS 1981
(78)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 10 h 20 sous la présidence de M. Portelance (président suppléant).

Membres du Comité présents: MM. Corbett, Gurbin, MacBain, Portelance et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef de la Division et directeur du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

A 11 h 35, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE MERCREDI 18 MARS 1981
(79)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 15 h 45 sous la présidence de M. Portelance (président suppléant).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, MacBain, McCauley, Portelance et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef de la Division et directeur du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

A 17 h 40, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE MARDI 24 MARS 1981
(80)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 10 h 15 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

Il est convenu,—Que l'on permette au professeur Benoît Jean de siéger aux séances du Comité et qu'il obtienne une copie des versions françaises et anglaises du rapport pour venir en aide aux membres francophones.

A 11 h 35, le Comité suspend ses travaux jusqu'à 15 h 30.

AFTERNOON SITTING
(81)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 4:00 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

At 5:00 o'clock p.m., the Committee adjourned until 8:00 o'clock p.m. this day.

EVENING SITTING
(82)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 8:30 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre and MacBain.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (See Issue No. 1.)

Agreed,—That the Committee request an extension to May 15, 1981 to allow for editing, translation and printing of its Report to the House and that the Chairman present a Report to the House accordingly.

At 10:00 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

THURSDAY, APRIL 2, 1981
(83)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 10:15 o'clock a.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain and Portelance.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

Agreed,—That May 5, 1981 be designated as the date on which the Report will be tabled in the House.

At 12:10 o'clock p.m., the Committee adjourned until 3:30 o'clock p.m. this day.

SÉANCE DE L'APRÈS-MIDI
(81)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 16 heure sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº* 1.)

A 17 heures, le Comité suspend ses travaux jusqu'à 20 heures.

SÉANCE DU SOIR
(82)

Le Comité spécial sur l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 20 h 30 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre et MacBain.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

Il est convenu,—Que le Comité demande une extension jusqu'au 15 mai 1981 afin de lui permettre de rédiger, de traduire et de faire imprimer son rapport à la Chambre et que le président présente un rapport à la Chambre en conséquence.

A 22 heures, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE JEUDI 2 AVRIL 1981
(83)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 10 h 15 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain et Portelance.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

Il est convenu,—Que l'on fixe la date du 5 mai 1981 pour faire le dépôt du rapport à la Chambre.

A 12 h 10, le Comité suspend ses travaux jusqu'à 15 h 30.

AFTERNOON SITTING
(84)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 3:45 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

At 6:10 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

TUESDAY, APRIL 7, 1981
(85)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 10:20 o'clock a.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

At 11:35 o'clock a.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

THURSDAY, APRIL 9, 1981
(86)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 10:06 o'clock a.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain and Portelance.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

At 12:30 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

TUESDAY, APRIL 14, 1981
(87)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 3:40 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Corbett, Gurbin, Lefebvre, and Portelance.

SÉANCE DU SOIR
(84)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 15 h 45 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

A 18 h 10, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE MARDI 7 AVRIL 1981
(85)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 10 h 20 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

A 11 h 35, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE JEUDI 9 AVRIL 1981
(86)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 10 h 06 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain et Portelance.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

A 12 h 30, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE MARDI 14 AVRIL 1981
(87)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 15 h 40 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Corbett, Gurbin, Lefebvre et Portelance.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

At 4:50 o'clock p.m., the Committee adjourned until 8:00 o'clock p.m. this day.

EVENING SITTING
(88)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 8:25 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain and Portelance.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

Agreed,—That the Communications Consultants be authorized to receive a copy of the Report for the purpose of preparing the press conference and the press release.

At 10:00 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

TUESDAY, APRIL 21, 1981
(89)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 3:40 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley and Portelance.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

Agreed,—That the Chairman be authorized to communicate with the representatives of Canadian Press and United Press International to request that the information received at the Committee's press conference not be put on the wires until the Report is presented in the House.

Agreed,—That the Committee's communications experts be authorized to organize a press conference, "lock-up" style, to be held on Tuesday, May 12, 1981, from 12:30 to 2:00 o'clock p.m., in Room 253-D to explain the Committee's findings and recommendations, and that Members of the Press Gallery be requested to sign a form stating that they agree to not make public any of the recommendations before the Report is presented in the House.

Agreed,—That the Committee's communications experts be authorized to organize a briefing for Members of Parliament,

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

A 16 h 50, le Comité suspend ses travaux jusqu'à 20 heures.

SÉANCE DU SOIR
(88)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 20 h 25 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Corbett, Gurbin, Lefebvre, MacBain et Portelance.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

Il est convenu,—Que les consultants en communication soient autorisés à recevoir un exemplaire du rapport afin de préparer la conférence de presse et le communiqué.

A 22 heures, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE MARDI 21 AVRIL 1981
(89)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 15 h 40 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain, McCauley et Portelance.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1*).

Il est convenu,—Que le président soit autorisé à communiquer avec les représentants de la Presse canadienne et de la United Press International afin de lui demander de ne pas enregistrer les renseignements reçus à la Conférence de presse du Comité jusqu'à ce que le rapport soit présenté à la Chambre.

Il est convenu,—Que les experts en communication du Comité soient autorisés à organiser une conférence de presse qui serait tenue à *huis clos* le mardi 12 mai 1981, de 12 h 30 à 14 heures, dans la Pièce 253-D pour expliquer les constatations et recommandations du Comité et que l'on demande aux membres de la Galerie de la presse de signer une formule sur laquelle ils déclarent qu'ils sont d'accord pour ne pas rendre publiques les recommandations avant que le rapport soit présenté à la Chambre.

Il est convenu,—Que les experts en communication du Comité soient autorisés à organiser une séance d'information à

"lock-up" style, to be held on Tuesday, May 12, 1981, from 1:00 to 2:00 o'clock p.m., in Room 238-S to explain the Committee's findings and recommendations.

Agreed,—That following the Tabling of the Committee's Report in the House, Members of the Press Gallery be given an opportunity to question Members of the Committee at a press conference to be held in the Theatre of the National Press Building.

On motion of Mr. MacBain, it was agreed,—That the Chairman, Mr. Gurbin and Mr. Rose do sit on the podium to answer questions directed to them by the media and that the Project Manager provide technical assistance, if necessary.

The question being put on the motion, it was agreed to.

At 5:30 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

THURSDAY, APRIL 23, 1981
(90)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 10:40 o'clock a.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain and Portelance.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

Agreed,—That the Committee approves travel and living expenses of Professor Benoît Jean whose services have been retained by the Research Branch of the Library of Parliament to assist in the preparation of the French version of the Report. Such expenses to be paid upon production of invoices certified by the Committee's Project Manager.

Agreed,—That the Committee authorize the printing of 5,000 copies in English and 2,000 copies in French of its Report to the House, and 3000 dockets for the press conference (2,000 English and 1,000 French).

Agreed,—That the following initial allotment of the Committee's Report to the House be established:

(*a*) Members of the Committee	200 copies
(*b*) Committee Project Manager	50 copies
(*c*) Committee Research Staff	25 copies each
(*d*) Other Members of Parliament	10 copies each maximum—upon request

Agreed,—That all requests for the Committee's Report be sent to the Clerk of the Committee who will be responsible for sending it to those who have requested it with the appropriate courtesy note.

Agreed,—That after consultation with the Publishing Decisions Service of the Canadian Government Publishing Centre the sales price for the Committee's Report be established at $4.95 per copy.

l'intention des députés qui aurait lieu à huis clos le mardi 12 mai 1981, de 13 à 15 heures, dans la Pièce 238-S pour expliquer les constatations et les recommandations du Comité.

Il est convenu,—Que, suite au dépôt du rapport du Comité à la chambre, les membres de la Galerie de la presse puisse questionner les membres du Comité à une conférence de presse qui aurait lieu au Théâtre de l'Immeuble de la Presse nationale.

Sur motion de M. MacBain, il est convenu,—Que le président, MM. Gurbin et Rose prennent place à l'avant pour répondre aux questions qui leur sont posées par les membres des médias d'information et que le chef du projet assure une aide technique s'il y a lieu.

La motion, mise aux voix, est adoptée.

A 17 h 30, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE JEUDI 23 AVRIL 1981
(90)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 10 h 40 sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain et Portelance.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980 portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

Il est convenu,—Que le Comité approuve les frais de déplacement et de séjour du professeur Benoît Jean dont les services ont été retenus par le Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement pour aider à la préparation de la version française du rapport. Ses frais seront remboursés sur production des factures certifiées par le chef du projet du Comité.

Il est convenu,—Que le Comité autorise l'impression de 5,000 exemplaires en anglais et 2,000 exemplaires en français de son rapport à la Chambre et 3,000 trousser de documentation pour la conférence de presse (2,000 en anglais et 1,000 en français.

Il est convenu,—Que la répartition suivante du rapport du Comité à la Chambre soit établie:

a) Membres du Comité	200 exemplaires
b) Chef du projet du Comité	50 exemplaires
c) Personnel de recherche du Comité	25 exemplaires chacun
d) Autres députés	10 exemplaires chacun au maximum—sur demande

Il est convenu,—Que toutes les demandes pour obtenir un rapport du Comité soient envoyées au greffier du Comité qui aura la responsabilité de l'envoyer à ceux qui en ont fait la demande avec la note pertinente.

Il est convenu,—Qu'après consultation avec les Services de décision de la publicité du Centre de publicité du gouvernement canadien, le prix de vente du rapport du Comité soit établi à $4.95 l'unité.

Agreed,—That the Committee's Report to the House be made available to Members of Parliament upon request and that this be made abundantly clear in the Committee's briefing meeting which is now being organized for Members of Parliament and which will be held in Room 112-N on Tuesday, May 12, 1981.

On motion of Mr. Gurbin, it was agreed,—That the Clerk of the Committee be authorized to make the necessary arrangements to prepare a maximum of 80 slides, 40 English and 40 French, for the press conference that will be held on the day the Report is tabled in the House and that 15 additional English sets and 8 additional French sets of the slides be made.

That an expenditure of $3,000 be authorized to that effect.

On motion of Mr. MacBain, it was agreed,—That, as recommended by the Clerk of the Committee and the Project Manager, an amount of $2,120 be paid to "Les Illustrateurs" for work done over and above stipulations of the contract that was signed by the Clerk of the House and "Les Illustrateurs" on December 23, 1980.

This amount to be paid on the day the Report is tabled in the House will close the account with "Les Illustrateurs".

Agreed,—That reports received by the Committee from various sources and which are now in the Committee library be made available to the Library of Parliament and then to CANERTECH.

Agreed,—That technical reports received by the Committee in one or two copies only and which are now with the Committee Project Manager be first offered to the Library of Parliament and then that CANERTECH be allowed to photocopy, at their expense, said documents where only one copy exists.

Agreed,—That the Committee requests that the Briefing Binder which was originally prepared for Members of the Committee at the beginning of its mandate in May 1980 be brought up-to-date when possible, reformatted and when completed circulated to Members of the Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution.

Agreed,—That the reports prepared at the request of the Committee by Middleton Associates and the Economic Council of Canada not be published and be kept by the Clerk of the Committee.

Agreed,—That the *Minutes of Proceedings* of the following *in camera* meetings be printed, as circulated to Members of the Committee:

Il est convenu,—Que le rapport du Comité à la Chambre soit mis à la disposition de tous les députés sur demande et que cette question soit expliqué bien clairement à la séance d'information du Comité, organisée à l'intention des députés et qui aura lieu dans le Pièce 112-N le mardi 12 mai 1981.

Sur motion de M. Gurbin, il est convenu,—Que le greffier du Comité soit autorisé à prendre les dispositions nécessaires pour préparer un nombre maximum de 80 diapositives, 40 en anglais et 40 en français pour la conférence de presse qui aurait lieu le jour où le rapport sera déposé à la Chambre et que 15 trousses anglaises additionnelles et 8 autres trousses en français des diapositives soient montées.

Qu'une dépense de $3,000 soit autorisée à cette fin.

Sur motion de M. MacBain, il est convenu,—Que, tel que recommandé par le greffier du Comité et le chef du projet, un montant de $2,120 soit versé à la firme «Les Illustrateurs» pour les travaux effectués en sus des stipulations figurant au contrat que le greffier de la Chambre et la firme «Les Illustrateurs» ont signé le 23 décembre 1980.

Ce montant à payer le jour du dépôt du rapport à la Chambre réglera le compte avec la firme «Les Illustrateurs».

Il est convenu,—Que les rapports reçus de diverses sources par le Comité et qui sont actuellement à la Bibliothèque du Comité soient mis à la disposition de la Bibliothèque du Parlement et, par la suite, à la disposition de CANERTECH.

Il est convenu,—Que les rapports techniques reçus par le Comité en un ou deux exemplaires seulement et que le chef du projet du Comité a actuellement en sa possession, soient offerts en premier lieu à la Bibliothèque du Parlement et, par la suite, que l'on permette à CANERTECH de photocopier à leurs frais lesdits documents lorsqu'il n'y a qu'un seul exemplaire.

Il est convenu,—Que le Comité demande que la trousse de documentation qui a été préparée pour les membres du Comité, au début de son mandat en mai 1980, soit mise à jour, lorsque cela est possible, reformulée et, lorsque complétée, distribuée aux membres du Comité spécial de l'énergie de remplacements du pétrole.

Il est convenu,—Que les rapports préparés à la demande du Comité par Middleton Associates et le Conseil économique du Canada ne soient pas publiés et soient conservés par le greffier du Comité.

Il est convenu,—Que les *Procès-verbaux* des séances suivantes tenues à huis clos soient imprimés, tels que distribués aux membres du Comité:

December 16, 1980
January 13, 1981
15
20
21
22
29

February 3
4
5
10
12
24
26

March 5, 1981
10
12
17
18
24

April 2
7
9
14
21
23

Le 16 décembre 1980
Le 13 janvier 1981
15 "
20 "
21 "
22 "
29 "

Le 3 février
4 "
5 "
10 "
12 "
24 "
26 "

Le 5 mars 1981
10 "
12 "
17 "
18 "
24 "

Le 2 avril
7 "
9 "
14 "
21 "
23 "

At 12:30 o'clock p.m., the Committee adjourned until 3:30 o'clock p.m. this day.

AFTERNOON SITTING
(91)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 3:40 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Lefebvre, MacBain and Portelance.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

At 5:00 o'clock p.m., the Committee adjourned until 9:00 o'clock p.m. this day.

EVENING SITTING
(92)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 9:27 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Corbett, Lefebvre, MacBain, Portelance and Rose.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution, (*see Issue No. 1*), and proceeded to the section by section consideration of the Report.

The Preface, as amended, carried.

Organization of the Study, as amended, carried.

Afterthoughts, as amended, carried.

Introduction, as amended, carried.

Energy and Power, as amended, carried.

Canada's Energy System Today, as amended, carried.

Canada's Energy System Tomorrow, as amended, carried.

Energy and the Economy, as amended, carried.

A 12 h 30, le Comité suspend ses travaux jusqu'à 15 h 30.

SÉANCE DE L'APRÈS-MIDI
(91)

Le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 15 h 40, sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Lefebvre, MacBain et Portelance.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980, portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

A 17 heures, le Comité reprend ses travaux jusqu'à 21 h 00.

SÉANCE DU SOIR
(92)

Le Comité spécial sur l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 21 h 27, sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Corbett, Lefebvre, MacBain, Portelance et Rose.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980, portant sur l'énergie de remplacement du pétrole, (*voir fascicule nº 1*), et commence l'étude du rapport, article par article.

La préface modifiée est adoptée.

L'organisation de l'étude modifiée est adoptée.

Les réflexions, après coup modifiées, sont adoptées.

L'introduction, modifiée, est adoptée.

Énergie et puissance, modifiées, sont adoptées.

Le système énergétique canadien d'aujourd'hui, modifié, est adopté.

Le système énergétique canadien de demain, modifié, est adopté.

L'énergie et l'économie, modifiées, sont adoptées.

Alternative Energy Sources, Currencies and Technologies, as amended, carried.

Recommendations, as amended, carried.

Selected Bibliography, as amended, carried.

Appendices, as amended, carried.

The Report, as amended, carried.

Agreed,—That the Chairman report to the House accordingly.

At 9:35 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

MONDAY, MAY 11, 1981
(93)

The Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution met *in camera* at 7:15 o'clock p.m. this day, the Chairman, Mr. Lefebvre, presiding.

Members of the Committee present: Messrs. Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance and Rose.

In attendance: From the Science and Technology Division of the Research Branch of the Library of Parliament: Mr. Dean N. Clay, Chief and Committee Project Manager.

The Committee resumed consideration of its Order of Reference dated Friday, May 23, 1980 relating to Alternative Energy and Oil Substitution. (*See Issue No. 1.*)

Agreed,—That the Project Manager be authorized to have thirty (30) additional slides prepared in English and in French to complete the audiovisual presentation of the Committee's Report.

At 9:00 o'clock p.m., the Committee adjourned to the call of the Chair.

Les sources, devises et technologies d'énergie de remplacement, modifiées, sont adoptées.

Les recommandations, modifiées, sont adoptées.

La bibliographie choisie, modifiée, est adoptée.

Les annexes, modifiées, sont adoptées.

Le rapport, modifié, est adopté.

Il est convenu,—Que le président fasse rapport à la Chambre en conséquence.

A 21 h 35, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation du président.

LE LUNDI 11 MAI 1981
(93)

Le Comité spécial sur l'énergie de remplacement du pétrole se réunit aujourd'hui à huis clos à 19 h 15, sous la présidence de M. Lefebvre (président).

Membres du Comité présents: MM. Gurbin, Lefebvre, MacBain, Portelance et Rose.

Aussi présent: De la Division des sciences et de la technologie du Service de recherches de la Bibliothèque du Parlement: M. Dean N. Clay, chef du projet du Comité.

Le Comité reprend l'étude de son ordre de renvoi du vendredi 23 mai 1980, portant sur l'énergie de remplacement du pétrole. (*Voir fascicule nº 1.*)

Il est convenu,—Que le chef du projet soit autorisé à faire préparer trente (30) autres diapositives, en anglais et en français, pour compléter la présentation audiovisuelle du rapport du Comité.

A 21 heures, le Comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelles convocation du président.

Le greffier du Comité

J. M. Robert Normand

Clerk of the Committee

APPENDIX "AEEA-68"

APPENDICE «AEEA-68»

Jan 19, 1981

Mr. T. H. Lefebvre, M. P.
Chairman
Special Committee on Alternative
Energy and Oil Substitution
House of Commons
Room 252, West Block
Ottawa, Ontario
K1A 0A6

Dear Thomas:

During my appearance before the Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution on November 25 some Committee Members sought clarification on aspects of the 1980-83 energy expenditure plan as outlined in the National Energy Program. I believe the following will answer the questions raised with me and my officials.

The total sum allocated to new energy initiatives over the period in question can be disaggregated to represent expenditures designed to reduce energy demand and to substitute other forms of energy for oil, and to increase overall energy supplies. Approximately $3.0 billion would fall into the first category and $4.0 billion into the second. To these sums $1.2 billion is added so that the total allocation is approximately $8.2 billion for 1980-83. This $1.2 billion (which was considered for future initiatives) had not been designated as a "demand" or a "supply" expenditure at the time of the release of the National Energy Program.

Further to the above, the $3.0 billion in "demand" expenditures includes the oil-substitution programs and conservation efforts and the $4.0 billion "supply" expenditures includes approximately $260 million for energy research and development, and $200 million for Petro-Canada International.

The table on page 90 of the National Energy Program shows $1.15 billion of new expenditures in a category entitled Conservation and Renewables. Conservation accounts for $1.09 billion of this total, and renewable energy for $60 million. New conservation and renewable energy expenditures are also included in other categories, namely conversion grants, distribution system incentives and the Special Atlantic Canada Program. In total, new conservation expenditures are estimated to be $1.14 billion and new renewable energy expenditures $230 million. These estimates exclude R&D expenditures on conservation and renewable energy.

With respect to the proposed energy research and development budget it should be noted that the sum of $260 million

Cher Thomas,

Au cours de mon témoignage devant le Comité spécial sur l'Énergie de remplacement du pétrole le 25 novembre, certains membres du Comité ont demandé qu'on leur précise des aspects du plan de dépenses énergétiques de 1980-1983, contenu dans le Programme national d'énergie. Je pense que ce qui suit répondra aux questions qu'on m'a posées, à moi et à mes agents.

Il est possible de ventiler la somme totale affectée aux nouvelles sources énergétiques pendant la période en question afin de représenter les dépenses visant à réduire la demande énergétique et à accroître l'ensemble des réserves d'énergie. Environ 3 milliards de dollars seraient consacrés au premier poste et 4 milliards de dollars au deuxième. A ces sommes, il faut ajouter 1.2 milliard de dollars, de sorte que l'affectation totale s'élève à quelque 8.2 milliards de dollars pour la période 1980-1983. Cette somme de 1.2 milliard de dollars (d'abord considérée pour les projets futurs), n'avait été octroyée ni au poste de la «demande», ni au poste de «réserves» au moment où on a lancé le Programme national d'énergie.

De plus, les dépenses de 3 milliards de dollars inscrites au poste de la «demande» comprennent les programmes de substitution du pétrole et d'économie de l'énergie et les dépenses de 4 milliards de dollars inscrites au poste de «réserves» comprennent environ 260 millions de dollars à des fins de recherche et de développement et 200 millions de dollars affectés à Petro-Canada International.

Comme on peut le constater au tableau de la page 90 du Programme national d'énergie, on a inscrit 1.15 milliard de dollars à la rubrique appelée Économie de l'énergie et ressources renouvelables. Sur cette somme, l'économie de l'énergie représente 1.09 milliard de dollars et les sources renouvelables, 60 millions de dollars. De nouvelles dépenses aux postes de l'économie de l'énergie et des ressources renouvelables figurent également dans d'autres catégories, notamment les octrois à des fins d'économie de l'énergie, les incitants à l'intention des distributeurs et le programme spécial destiné aux provinces Maritimes. Au total, on s'attend à ce que les nouvelles dépenses au chapitre de l'économie de l'énergie atteignent 1.4 milliard de dollars et celles au poste des ressources renouvelables, 230 millions de dollars. Les dépenses de recherche et de développement en matière d'économie de l'énergie et de ressources renouvelables ne sont pas comprises dans ces projections.

Pour ce qui est du budget énergétique proposé consacré à la recherche et au développement, il faudrait faire remarquer que

mentioned in the National Energy Program can be broken down to include expenditures (1980-83) of approximately $40 million on radioactive waste disposal and the balance for other energy research and development projects. Although total sums have been designated for each year over the period, to date, only the 1981-82 budget has been disaggregated in any degree of detail. A national distribution of the $35 million new energy research and development money for that fiscal years is that $7 million will go towards renewable energy, $7 million to conservation, $5 million to nuclear including fusion and $16 million to support fossil fuel and energy transportation and transmission research and development.

I shall look forward to the publication of the report of your Special Committee in the early spring.

Sincerely,

Marc Lalonde

la somme de 260 millions de dollars dont il est fait mention dans le Programme national d'énergie peut être ventilée de façon à inclure des dépenses (1980-1983) de l'ordre de 40 millions de dollars au chapitre de l'élimination des rebuts radioactifs et le solde au chapitre d'autres projets de recherche et de développement énergétiques. Bien que des sommes totales aient été affectées à chacune des années visées par cette période, seul le budget de 1981-1982 à des fins de recherche et de développement énergétiques, 7 millions de dollars seront affectés au secteur des ressources renouvelables, 7 millions de dollars à la conservation de l'énergie, 5 millions de dollars à l'énergie nucléaire, y compris la fusion nucléaire, et enfin, 16 millions de dollars seront consacrés à la recherche et au développement en matière de combustibles fossiles et de transport et transmission de l'énergie.

J'attends avec plaisir la publication du rapport de votre comité spécial au début du printemps. Veuillez agréer, cher Thomas, l'expression de mes meilleurs sentiments.

Marc Lalonde

APPENDIX "AEEA-69"

Corporate Planning Group
9th Floor, Fontaine Building
Ottawa, Ontario
K1A 1C7
January 19, 1981

Mr. J. M. Robert Normand
Committee Cler,
Committees and Private Legislation Branch
House of Commons
Ottawa, Ontario
K1A 0A6

Re: Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution

Dear Mr. Normand:

You will recall that in the course of our meeting with the Committee on November 13 we undertook to provide additional information on two specific questions. The following information is in response to the two questions and it would be appreciated if you would forward this to the Committee.

1. The first question sought data on the investment that would be required to provide energy from renewable sources. Our search brought to light some figures for tidal power, methanol production and alternate hydro power as follows.

(a) For tidal power it is projected that two sites will be developed by the year 2000 to produce about 2000 MW and the capital cost will be about $6.3 billion (in 1980 dollars).

(b) In the case of biomass, this source is expected to yield the energy equivalent of 180 million barrels of oil per year by the year 2000 (table 3.1 p. 7 of submission). This, in turn, is equivalent to 277 million barrels of methanol per year. It has been estimated that the capacity of an economically viable methanol plant is 2.6 million barrels per year and that such a plant would cost $240 million (1980 dollars).

(c) The alternative hydro figure is based on developing 1300 MW of electrical capacity by 2000. At an estimated cost of $2500 per kw of capacity this represents a capital investment of $3.25 billion.

Cost data applicable to Canada are not available for solar and wind power this is not surprising given the diffuse nature of these sources.

The Institute of Man and Resources, P.E.I., is compiling data on the costs of using solar heating in a variety of practical situations and Hydro-Québec is undertaking economic analyses of the cost of medium-scale wind power based on the Magdalen Islands experience. These data are not yet available. It should be realized that most of our experience with those forms of power is based on short term experiments whose costs give limited guidance to the cost of real-life operations.

APPENDICE «AEEA 69»

Service de la planification du Ministère
9e étage, Édifice Fontaine
Ottawa (Ontario)
K1A 1C7
le 19 janvier 1981

M. J. M. Robert Normand
Greffier du Comité
Direction des Comités et de la Législation privée
Chambre des communes
Ottawa (Ontario)
K1A 0A6

Objet: Comité spécial sur l'Énergie de remplacement du pétrole

Monsieur,

Vous vous souviendrez qu'au cours de notre réunion avec les membres du Comité, le 13 novembre, nous nous étions engagés à fournir des renseignements supplémentaires répondant à deux questions bien précises. Les informations qui suivent visent à répondre à ces questions et je vous saurais gré d'en faire part au Comité.

1. La première question avait trait à des données relatives à l'investissement qu'il faudrait faire en vue de produire de l'énergie à partir de ressources renouvelables. Nos recherches nous ont permis de relever les chiffres suivants pour ce qui est de l'énergie marémotrice, de la production de méthanol et de l'énergie électrique de remplacement.

a) En ce qui concerne l'énergie marémotrice, on s'attend à construire, d'ici l'an 2000 et au coût d'environ 6.3 milliards de dollars (en dollars de 1980), deux installations capables de produire à peu près 2,000 MW.

b) En ce qui a trait à la biomasse de la forêt, on prévoit qu'elle fournira, d'ici l'an 2000, l'équivalent énergétique de 180 millions de barils de pétrole par année (voir tableau 3.1, p. 7 du compte rendu) qui représente 277 millions de barils de méthanol annuellement. On a évalué à 2.6 millions de barils par année la capacité d'une usine de méthanol viable et à 240 millions de dollars son coût de construction (dolars de 1980).

c) Les chiffres sur l'énergie électrique de remplacement sont basés sur une prévision de 1,300 MW d'ici l'an 2000, ce qui, au coût estimatif de $2,500 le kilowatt, représente un investissement de 3.25 milliards de dollars.

Les données sur les coûts applicables au Canada ne sont pas disponibles relativement aux énergies solaire et éolienne, ce qui n'étonne nullement, vu la nature diffuse de ces sources d'énergie.

L'Institut de l'Homme et des Ressources, à l'Île-du-Prince-Édouard, compile présentement des données sur les coûts afférents au chauffage solaire de différentes installations. L'Hydro Québec vient d'entreprendre une analyse économique des coûts relatifs à l'énergie éolienne exploitée sur une échelle moyenne. Cette analyse est basée sur les expériences qui ont été tentées aux Îles de la Madeleine. Ces données ne sont pas encore disponibles. Il faut ressortir que la plupart des données

2. The second question asked for the basis for the conservation estimates obtained from E.M.&R.

The estimate of energy conservation potential in residences and buildings is based on consumption of purchased energy. Thus the estimate consists not only of the potential for reduction of consumption but also of the potential to replace purchased energy with on-site sources such as solar collection systems or wind turbines. The estimate was made by considering the potential for change in existing structures to which was added the potential available from designing in alternative approaches in new structures that are expected to be built over the next years.

Given the experience to date in modifying existing buildings and in devising new approaches to the design of new buildings, a measure of the effects of price changes and of public response to government programs can be achieved. It is assumed that oil prices will continue to increase and that government will continue to promote energy conservation to at least the extent it has to date. From this a judgement was made as to how much of the potential might be realized by the year 2000. This goal cannot be considered to be precise but it is accurate enough to clearly indicate that very substantial savings in purchased energy consumption can be made by modifying existing building systems and by giving energy factors a higher priority in new designs.

With respect to industry, again the estimates of available savings are in terms of purchased energy. However in this case the statement of the quantity of energy that can be saved is based on a goal that industry has set for itself. Further, this goal is a function of experience gained over the past 8 years during which time industry established and met goals involving significant reductions in energy consumption.

If a real economic growth rate of 3 per cent per year is assumed over 20 years, the value of industrial output will almost double. The saving estimated from industry goals in 32 per cent of the energy demand implied by this level of output or 180 million barrels of oil equivalent per year. Once again this estimate is not considered to be precise but it does indicate a substantial potential.

In transportation it can be safely assumed that within a twenty year period a very large fraction of the current stock of vehicles will have been replaced. It can also be assumed that the goals for fuel economy of the individual automobile will be met within that time frame. The last step is to estimate the number of automobile-miles that will be driven in the year 2000. There will be substantial increases in the price of gasoline and increases in population over the next twenty years. As a conservative estimate it is assumed that these two effects will cancel each other and automobile-miles will be about the same in the year 2000 as now. This allows a

dont nous disposons sur les énergies solaire et éolienne nous proviennent d'expériences à court terme dont les coûts ne nous permettent pas de présumer des coûts d'une exploitation commerciale.

2. La deuxième question portait sur le fondement des évaluations d'économie de l'énergie fournies par Énergie, Mines et Ressources Canada.

L'évaluation du potentiel de l'économie dans les maisons et les édifices est basée sur la consommation de l'énergie achetée. Ainsi, l'évaluation porte non seulement sur une réduction potentielle de la consommation énergétique mais également sur le remplacement potentiel de l'énergie par des ressources sur place, telles que les collecteurs solaires et les éoliennes. On a procédé à l'évaluation en étudiant les changements qu'il est possible d'apporter aux maisons et édifices actuels et le potentiel qu'offre la conception des maisons et édifices qu'on construira au cours des vingt prochaines années.

Les expériences à ce jour dans le domaine de la modification des maisons et édifices ainsi que les nouvelles conceptions appliquées à la construction de ceux-ci permettent de mesurer les répercussions des programmes gouvernementaux sur les prix et sur le public. On présume que le prix du pétrole continuera à augmenter et que le gouvernement continuera à encourager les Canadiens à économiser l'énergie autant, sinon plus, qu'il le fait présentement. A partir de ces postulats, on a évalué la quantité d'énergie qu'on pourrait économiser d'ici l'an 2000. Cette évaluation demeure ce qu'elle est, une évaluation. Toutefois, elle permet de conclure que la modification des maisons et des édifices actuels ainsi que des conceptions nouvelles soucieuses avant tout de l'économie de l'énergie concourront à réduire substantiellement notre consommation d'énergie.

Pour ce qui est du secteur industriel, l'évaluation des économies possibles repose aussi sur la quantité d'énergie achetée. Toutefois, il s'agit ici d'un objectif d'économie de l'énergie que ce secteur s'est lui-même fixé. De plus, cet objectif repose sur des expériences que poursuivent les industries depuis huit ans et au cours desquels elles ont réalisé d'importantes réductions au chapitre de la consommation de l'énergie.

Si l'on assume qu'un taux de croissance économique réel de 3 p. 100 se maintiendra au cours des 20 prochaines années, la production industrielle doublera presque. On estime que l'objectif que s'est fixé le secteur industriel fera baisser la demande énergétique de l'ordre de 32 p. 100, soit l'équivalent de 180 millions de barils de pétrole par année. Répétons qu'il ne s'agit que d'une évaluation qui révèle néanmoins un potentiel intéressant.

Dans le secteur des transports, on peut dire sans se tromper que d'ici 20 ans, une bonne partie des véhicules qui circulent présentement auront été remplacés et que les objectifs en matière d'économie de carburant des automobiles auront été atteints. Il ne reste plus qu'à évaluer le nombre de milles-automobiles que parcourront les automobilistes de l'an 2000. Au cours des deux prochaines décennies, le prix de l'essence et la population augmenteront considérablement. Selon une estimation modérée, ces deux hausses s'enrayeront l'une l'autre et les milles-automobiles seront en l'an 2000 ce qu'ils sont présentement, ce qui permet de calculer les économies de carburant en

calculation of fuel saving based on the smaller and more efficient engines that will prevail in the future. Once again the figure produced is not precise but clearly indicates that the potential savings are very significant.

With regard to adding the estimates for renewable energy and for conservation it should be noted that these estimates were compiled completely independently of each other. Both are expressed in terms of a reasonable goal for the year 2000 but it is difficult to foresee the interaction between the two. Increased conservation would lower the demand pressure for the more expensive renewables and increased use of cheaper renewables would reduce the motivation for conservation. The best that can be said at this time is that the potential combined impact of renewable energy and conservation is quite large.

At the meeting of the Committee on December 10, which was devoted to a presentation on fusion power, Mr. Lefebvre and members of the Committee asked some questions about the indirect or more subtle environmental effects of fusion power development noting that all the presentations had been made by proponents of that technology. The Department of the Environment was not a witness on that occasion but was represented by an observer. In this connection we would like to draw your attention to appendix B-8 to our November 13 submission. In addition, because of their special interest in fusion power technology, Committee members may be interested in the attached document on environmental and resource aspects of fusion that was prepared as background for our November 13 submission but not presented to the Committee in its entirety in order to keep our submission short.

I sincerely hope that the Committee finds this information useful. Please do not hesitate to contact me if you require any additional information.

Yours truly,

J. S. Maini
Director General
Policy Directorate

c.c. E. F. Roots
C. J. Stoll
D. L. Robinson
A. J. McIntyre

3.10 Nuclear Fusion

General

The generation of power through the fusion of nuclei of two light elements to form a single heavier element with concomitant release of energy offers a promising major source of abundant and controllable energy. Significant amounts of power have not yet been produced by this process, but the technology is advancing rapidly, and is now moving from the laboratory experiment to the engineering pilot plant stage. The complexity and expense of producing the high temperatures required (60 to 100 million degrees Celsius, or two or three times that of the surface of the sun), and of handling—

fonction des moteurs plus petits et plus efficaces qui seront de mise à l'avenir. Soulignons une fois de plus que ces données ne sont pas exactes mais qu'elles permettent de conclure que les économies seront appréciables.

Pour ce qui est des évaluations portant sur les sources énergétiques renouvelables et sur l'économie de l'énergie, il faut faire ressortir que ces évaluations ont été faites indépendamment l'une de l'autre et en fonction d'un objectif raisonnable à atteindre d'ici l'an 2000. Toutefois, il est difficile de prévoir leur interaction. Une meilleure économie de l'énergie réduirait la demande de sources renouvelables plus coûteuses. En revanche, une utilisation accrue des ressources renouvelables à meilleur marché atténuerait le besoin d'économiser l'énergie. Nous pouvons simplement dire à ce stade-ci que le potentiel réuni que représentent les ressources renouvelables et l'économie de l'énergie est très impressionnant.

Au cours de la réunion du Comité du 10 décembre portant sur l'énergie de fusion, M. Lefebvre et certains membres du Comité ont posé des questions sur les conséquences indirectes ou moins perceptibles de l'énergie de fusion sur l'environnement. Ils ont fait valoir que toutes les présentations à ce sujet avaient été faites par des défenseurs de cette technologie. Le ministère de l'Environnement était représenté à cette réunion par un observateur. A cet égard, nous aimerions attirer votre attention sur l'appendice B-8 de notre compte rendu du 13 novembre. En outre, vu l'intérêt particulier qu'ils manifestent en matière de technologie de l'énergie de fusion, les membres du Comité voudront peut-être lire le document annexé portant des aspects environnementaux et énergétiques de la fusion. Ce document avait été préparé à titre de document de base annexé à notre compte rendu du 13 novembre et n'avait pas été intégralement présenté au Comité dans le but de garder le compte rendu succinct.

J'espère sincèrement que les membres du Comité trouveront utiles ces informations et qu'ils n'hésiteront pas à communiquer avec moi s'ils veulent plus d'éclaircissements.

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de mes meilleurs sentiments.

J. S. Maini
Directeur général
Direction générale des politiques

c.c. E. F. Roots
C. J. Stoll
D. L. Robinson
A. J. McIntyre

3.10 Fusion nucléaire

Généralités

La génération d'énergie par suite de la fusion des noyaux de deux éléments légers pour n'en former qu'un seul, plus lourd, avec dégagement concomitant d'énergie représente une source énergétique importante à la fois prometteuse, abondante et maîtrisable. On n'a pas encore pu produire par le biais de ce procédé des quantités appréciables d'énergie. Toutefois, la technologie en la matière progresse rapidement et se trouve présentement en transition entre le stade expérimental en laboratoire et le stade des projets d'essais. La complexité et les dépenses que supposent les températures élevées nécessaires

"confining"—the reacting substances or fuels at these temperatures means however that progress in developing the technology, while encouraging, must be very deliberate, and seems slow in comparison with most industrial development; and most estimates do not expect fusion to become a significant practical source of energy until about the year 2000. As seen on the basis of present knowledge and experiemnts, however, fusion technologies, with promise of large amounts of energy produced from very abundant and widespread raw materials without objectionable waste products, deserve careful consideration in any review of future energy supply systems.

Fuel Supply and Raw Materials

Although many of the lighter elements are potential sources of fusion reactor fuel, the first industrial-size fusion power systems will be based on the deuterium-tritium-lithium (D-T-Li) fuel cycle. Deuterium and tritium are isotopes of hydrogen. Deuterium is a stable material and is found in nature, forming one part in 6,000 of ordinary hydrogen. Tritium is not stable, is found in nature only fleetingly in small amounts, and would be manufactured in the fusion reactor by allowing the fusion neutrons to be captured by lithium atoms, which are then consumed. The energy is thus produced by the fusion of deuterium and tritium nuclei, to form a helium atom and a neutron; the fuels consumed are deuterium and lithium; and the raw materials are ordinary water and lithium minerals. Present technologies also require additional helium as a coolant; this is commercially obtained from natural gas or from the atmosphere.

The amounts of these materials needed for a fusion reaction are very small in industrial terms: at 40 per cent conversion efficiency, which seems reasonable, the materials consumed to produce one megawatt-year of electricity could be extracted from 12 cubic meters of sea water, 2 kilograms of lithium (from salt deposits or brine lakes) and 100 kilograms of helium.

The Technology and Equipment

Although the concept is theoretically well understood and experimental demonstrations are encouraging, many problems have to be overcome before nuclear fusion becomes a practical source of energy. Most of these have to do with raising the fuel to the extremely high temperatures required to overcome the repulsive forces between the charged nuclei of deuterium and tritium, and holding it there long enough so that a significant fraction of the fuel can undergo fusion reactions. the various techniques employed to confine and control the reacting fuel nuclei differ widely in design, but all require large amounts of high-temperature, high-voltage equipment. Although fuel requirements for the nuclear fusion cycle are very small, the material requirements for a fusion power plant may be considerable. It has been estimated that it would take ten times as

(de 80 à 100 millions de degrés Celsius, soit deux ou trois fois la température à la surface du soleil), et la manutention ou le «confinement» des substances réagissantes ou combustibles à de telles températures signifient cependant que la mise au point de cette technologie, bien qu'encourageante, doit se faire très prudemment. De plus, la technologie nucléaire semble se développer lentement par rapport aux autres procédés industriels et selon toute évidence, on ne s'attend pas à ce que la fusion nucléaire devienne une source énergétique majeure et pratique avant l'an 2000. Néanmoins, forts de nos connaissances et expériences actuelles, nous devrions attentivement étudier les technologies de fusion dans le cadre de l'analyse des systèmes d'approvisionnement énergétique futurs parce qu'elles permettent de produire, sans déchets dommageables, de grandes quantités d'énergie à partir de matières premières abondantes et dispersées.

Approvisionnement de combustibles et matières premières

Bien que bon nombre des éléments plus légers représentent des sources potentielles de combustibles de fusion nucléaire, les premières cntrales de fusion nucléaire fonctionneront sur la base d'un cycle de combustible deutérium-tritium-lithium (D-T-Li). Le deutérium et le tritium sont des isotopes de l'hydrogène. Le seutérium est une matière stable qu'on trouve dans la nature et dans l'hydrogène dans un rapport de 1 pour 6,0000. Le tritium est instable et on ne le trouve dans la nature qu'en petites quantités éparses. Le réacteur de fusion produirait du tritium en permettant aux atomes de lithium de capturer les neutrons de fusion; les atomes de lithium seraient par la suite consumés. La fusion des noyaux du deutérium et du tritium produit ainsi l'énergie et form un atome d'hélium et un neutron; les combustibles consumés sont le deutérium et le lithium et les deux matières premières sont l'eau ordinaire et les minéraux de lithium. Les technologies actuelles ont également besoin d'hélium additionnel comme caloporteur; on obtient l'hélium sur une base commerciale à partir du gaz naturel et de l'atmosphère.

En termes industriels, il faut très peu de ces matières pour obtenir une réaction de fusion: pour parvenir à un rendement de conversion de 40 p. 100, ce qui semble raisonnable, les matières consumées pour produire une année-mégawatt d'électricité pourraient être tirées de 12 mètres cubes d'eau de mer, de 2 kilogrammes de lithium (provenant de dépôts de sel ou de lacs de saumure) et de 100 kilogrammes d'hélium.

La technologie et le matériel

Bien qu'en théorie le concept soit bien compris et que les démonstrations soient encourageantes, il reste à surmonter de nombreux problèmes avant que la fusion nucléaire devienne une source d'énergie pratique. La plupart de ces problèmes ont trait d'une part aux températures extrêmement élevées auxquelles il faut élever le combustible afin d'enrayer la force répulsive des noyaux chargés de deutérium et de tritium et d'autre part, au maintien de ces températures suffisamment longtemps de sorte qu'une fraction importante du combustible puisse subir des réactions de fusion. Les différentes processus auxquels on a recours pour confier et maîtriser les noyaux réagissants du combustible diffèrent grandement. Toutefois, ils supposent tous d'importantes quantités de températeures élevées et un matériel de haute tension. Bien que les exigences

much stainless steel to make a fusion power plant as a nuclear fission plant of the same output; and relatively unfamiliar substances such as vanadium, niobium, and metallic lithium will be needed in tonnage quantities greater than heretofore manufactured. No geological resource constraint can be identified, but the industrial capacity to produce these materials may place a limitation on the rate of fusion power development.

The end products of the D-T-Li fusion reaction cycle are helium, neutrons, and charged particules (mainly hydrogen and metallic molecules). The neutrons and charged particles are captured by a lithium blanket wich transfers the energy through a heat recovery system. The capture of neutrons results in induced radio-activity in the blanket and surrounding structure, and in the production of radioactive tritium which can diffuse through containment walls, metal tubing, and heat exchanger fluids.

Fusion power plants, then, are characterized by use of very moderate amounts of common stable materials as feedstocks, but by heat-generating, reaction control, and heat recovery equipment which is very sophisticated, requiring comparatively large amounts of relatively uncommon metals and materials, some of which have not yet been produced in large quantities or whose final characteristics or properties are not yet known. The operation of the D-T-Li fusion cycle produces no significant waste products but induces radioactivity in the reactor blanket and associated structures of the power plant. These circumstances dictate the unique environmental and resource aspects of fusion power.

Environmental and Safety Considerations

Environmental concerns connected with nuclear fusion can be considered in several categories:

Routine operation of the reactor

Accidents or abnormal function

Environmental aspects of materials production and fabrication

Shut-down, decommissioning of power plants.

(i) Routine operation of the reactor

Under normal operating conditions, the chief predictable environmental concern connected with a fusion power system is the possible escape of radioactive tritium to the environment. Tritium could escape through the blanket containment walls and piping into the surrounding atmosphere, or through the cooling system into the secondary steam cycle and thence to the atmosphere or surface waters. Tritium has a radioactive half-life of 12 years; as a gas it is a beta source and of relatively little concern to humans or the biosphere, but as the oxide, or tritiated water HTO, it is metabolized by living

relatives au combustible servant au cycle de fusion nucléaire soient très peu nombreuses, les matériaux nécessaires pour la construction d'une centrale de fusion peuvent être importants. Il a été estimé qu'il faudrait dix fois plus d'acier inoxydable pour construire une centrale de fusion nucléaire que pour construire une centrale de fission nucléaire de même capacité et qu'en outre, il faudrait des substances peu connues, telles que le vanadium, le niobium et le lithium métallique en quantités qui dépassent de loin la production actuelle. Il ne semble y avoir aucune restriction sur le plan des ressources géologiques. Cependant, le développement de la fusion nucléaire risque d'être entravé par la capacité des industries à produire ces substances.

Les produits définitifs du cycle de fusion D-T-Li sont l'hélium, les neutrons et les particules chargées, surtout l'hydrogène et les molécules métalliques. Les neutrons et les particules sont capturés par une couverture en lithium qui transfère l'énergie par un système de récupération thermique. La capture des neutrons entraîne une radioactivité induite dans la couverture et dans la structure environnante ainsi que la production de tritium radiactif qui peut se disperser à travers les murs de confinement, la tubulure métallique et les fluides d'échangeur de chaleur.

Les centrales de fusion nucléaire ont donc comme caractéristiques une utilisation très modérée de matériaux communs stables tels que les matières premières et un matériel capable de produire de la chaleur, de maîtriser les réactions et de récupérer la chaleur. De plus, la construction de centrales de fusion nucléaire nécessite des quantités considérables de matériaux et de métaux relativement peu communs, dont certains n'ont pas encore été produits en quantités appréciables ou dont les propriétés ne sont pas encore connues. L'exploitation d'une centrale de fusion nucléaire de cycle D-T-Li ne produit pas beaucoup de déchets mais entraîne une certaine radioactivité dans la couverture du réacteur et dans les structures connexes de la centrale. En raison de ces circonstances, la fusion nucléaire revêt un caractère unique sur les plans de l'environnement et des ressources.

Préoccupations de l'environnement et de la sécurité

Les préoccupations environnementales que soulève la fusion nucléaire peuvent se diviser comme suit:

l'exploitation courante du réacteur;

les accidents ou les défectuosités;

les aspects environnementaux de la fabrication des matériaux;

les fermetures de centrales nucléaires.

(i) L'exploitation courante du réacteur

Dans des conditions d'exploitation normales, la principale préoccupation environnementale relative à une centrale de fusion nucléaire a trait à la fuite possible de tritium radioactif. Le tritium peut s'échapper dans l'atmosphère par les murs de confinement et par la tubulure ou encore par le système de refroidissement en passant par le cycle de vapeur secondaire avant de se retrouver dans l'atmosphère ou les eaux de surface. Le tritium a une demi-vie radioactive de 12 ans; en tant que gaz, le tritium est une source bêta représentant peu de danger pour les êtres humains ou la biosphère. Toutefois, le tritium, en

organisms and capable of causing organic or genetic damage. Thus its escape must be controlled. There are at present no standards concerning the release of tritium to the environment. By comparison with acceptable levels of radioactivity from other sources, it is assumed that routine leakage of radioactivity at any one plant should be limited to about 10 curies per day. It seems feasible to contain tritium leaks to well below this level, but because operational plants have not yet been built, such control has not been demonstrated. In any event, dut to the short half-life there is little concern about a progressive build-up of radioactivity from the tritium released. There are no radioactive "wastes" as such, to be disposed.

Environmental concerns other than those associated with radioactivity appear to be almost non-existent with regard to normal operations of a fusion power plant. Land requirements are modest, as are demands on utility, water and electric services.

(ii) Accidents or abnormal function

Because of the extremely small amount of material undergoing fusion at any time (less than a gram for a 1000 megawatt station), and the very critical conditions that must be imposed externally to achieve reaction, significant uncontrolled nuclear reactions do not seem possible. There is no conceivable way in which an "explosion" or runaway reaction could occur; any abnormality would lead to simple ceasing of the reaction.

A fusion power plant could be subject to accidents or sabotage which could be dangerous to plant personnel, because of the large amounts of electrical energy involved, and the heat stresses placed on some components. The most serious potential accident, which conceivably could pose a short-lived environmental danger, would be a fire in the lithium blanket which could destroy the reactor structure, release the accumulated tritium, and burn off the total lithium inventory (up to 600 tons for a 1000 MWe plant). The lithium would be released as molten or gaseous highly corrosive lithium oxide or hydroxide. All analyses of a "worst case" accident of this kind suggest that the danger from released radioactivity from all sources within the plant would be very small, indeed trivial, compared with the chemical hazard from escaping lithium. A lithium fire would be a danger to plant personnel, but as far as can be postulated, would not present a significant threat to the general public or the environment. It would have to be guarded against and controlled like any industrial chemical non-explosive accident.

(iii) Fabrication of machinery and fuel

Because of the experimental and rapidly evolving technology of fusion power, the composition of the reactor equipment and associated machinery that will be used in practical operation is not known. Most designs involve extensive use of very pure high-temperature metals such as vanadium, chromium, niobi-

tant qu'oxyde ou en tant qu'eau tritiée HTO, est métabolisé par des organismes vivants et peut causer des dommages organiques ou génétiques. Par conséquent, il faut maîtriser sa fuite. Il n'existe présentement aucune norme quant au dégagement de tritium dans l'atmosphère. Compte tenu des niveaux acceptables de radioactivité en provenance d'autres sources, on évalue à 10 curies par jour le niveau acceptable de fuites radioactives pour chaque centrale. Il semble possible de limiter davantage les fuites de tritium mais il faudra attendre la construction d'une centrale avant de pouvoir en faire la preuve. Quoi qu'il en soit, le dégagement de tritium, en raision de sa courte demi-vie, ne pose pas de problème de radioactivité. En fait, il n'y a pas de «déchets» radioactifs à éliminer.

Pour ce qui est de l'exploitation courante d'une centrale de fusion nucléaire, il ne semble pas y avoir de préoccupations environnementales autres que celles relatives à la radioactivité. La centrale peut être construite sur un terrain moyen et sa consommation d'énergie, d'eau et d'électricité est modeste.

(ii) Les accidents ou les défectuosités

En raison des très petites quantités de matière subissant une fusion à la fois (moins d'un gramme dans une centrale de 1,000 MW) et des conditions extrêmement importantes qu'il faut respecter pour produire une réaction, les risques d'une réaction nucléaire non maîtrisée semblent minimes. Il est inconcevable qu'une «explosion» ou que l'emballement du réacteur se produise; toute anomalie mettrait un frein automatique à la réaction.

Vu la grande quantité d'énergie électrique en cause et les contraintes thermiques auxquelles sont soumises certaines des composantes, le personnel d'une centrale pourrait être exposé à des dangers par suite d'un accident ou d'un acte de sabotage. L'accident le plus dangereux qui se puisse concevoir est un incendie qui se déclarerait dans la couverture en lithium, ce qui pourrait avoir comme conséquences la destruction de la structure du réacteur, le dégagement de tritium accumulé et le brûlage de toute les réserves de lithium, soit jusqu'à concurrence de 600 tonnes pour une centrale de 1,000 MWe. Le lithium pourrait s'échapper sous forme de lithium fondu ou sous forme d'oxyde de lithium ou d'hydroxyde gazeux extrêmement corrosif. Selon toutes les analyses hypothétiques des «pires accidents», le danger que poserait la radioactivité provenant de toutes les sources contenues dans la centrale ne serait pas sérieux, voire même insignifiant, en comparaison des dangers de nature chimique que représenteraient les fuites de lithium. Un incendie de lithium serait certes dangereux pour le personnel de la centrale mais, autant que l'on sache, ne constituerait pas un risque pour le public en général ou pour l'environnement. Il faudrait veiller à ce qu'il ne se déclare pas et à ce qu'il soit maîtrisé comme n'importe quel accident industriel mettant en cause des produits chimiques non explosifs.

(iii) Les aspects environnementaux de la fabrication des matériaux

Étant donné le caractère expérimental et très progressif de la technologie de l'énergie de fusion, la composition des matériaux dont seront composés le réacteur et les pièces connexes demeure inconnue. La plupart des conceptions prévoient un recours important à des métaux très purs à haute température

um, tantalum and tungsten. Other materials, such as that needed for cooling super-conducting magnets or the control of ion beams (depending on the technology used) may require special inert gases or organic chemicals. The environmental implications of producing and refining these materials, (some of which have never yet been produced in large quantities) and of fabricating equipment in alloys yet to be determined, are not known. There is no reason to suppose that insuperable environmental problems will be encoutered, but at this stage of development, the metallurgical and gas-refining processes associated with production of specialized nuclear fusion equipment would appear to be among the possible environmental threats of fusion power that will require careful watching.

(iv) Shut-down and decommissioning

The neutrons produced as a result of nuclear fusion reactions produce radioactive tritium and induced radioactivity in the reactor vessel, associated parts of the structure, and coolant fluids. The short-lived radioactivity will decay during the period of plant operation, but the longer-lived induced radiation will build up (although some designs propose to re-cycle critical parts of the structure). At the end of the useful life of the plant, the radioactive structure will be subjected to continued hearing (so-called afterheat) and will require handling in an environmentally safe manner.

There are no fission products or radioactive fuel wastes associated with a nuclear fusion cycle. The greatest source of induced radioactivity will be associated with the lithium blanket and particularly with impurities in the blanket; but the most significant of these, such as tantalum or sulphur, have activation products with half-lives of less than a year, so that the level of radioactivity would drop rapidly upon shut-down or dismantling.

The magnitude, nature and duration of induced radioactivity in the reactor structure and cooling fluids will depend upon the nature of the materials used. It appears to be possible to choose materials whose activation products are very short-lived (niobium, tungsten, aluminum, vanadium-titantium) so that brief holding periods will render them harmless, or alternatively with very long half-lives but very low specific activities (beryllium, nickel), so that the total residual radioactivity will be negligibly low.

In sum, it appears that the total accumulated radioactivity in a fusion reactor will be significant—1 to 10 billion curies for a 1000 MWE plant after 35 years of operation. This will clearly require careful handling, but it is estimated to be about one per cent of the residual radioactivity of an equivalent fission reactor, and there will be no "high-level" radioactive products such as those that give rise to the chief concerns from fission reactors. Most of the activation products in a fusion reactor will be beta or beta-gamma emitters, with half-lives of a few months or years. The heat build-up and environmental hazard can be expected to reduce to a vanishingly small level in a period about as long as the plant operation itself. Some

tels que le vanadium, le chrome, le niobium, la tantale et le tungstène. D'autres matériaux, comme ceux servant à refroidir des aimants supraconducteurs ou à maîtriser les faisceaux d'ions (selon la technologie retenue) peuvent nécessiter des gaz rares spéciaux ou des produits chimiques organiques. Les conséquences environnementales qu'auront la production et le raffinage de ces matériaux, dont certains n'ont jamais été produits en grandes quantités, ainsi que la fabrication de pièces en alliages qui restent à déterminer, ne sont pas encore connues. Rien ne laisse croire qu'il se posera des problèmes insurmontables. Toutefois, au point où nous en sommes, il semble que les processus de métallurgie et de raffinage du gaz associés à la fabrication de matériel spécialisé de fusion nucléaire soient les dangers environnementaux possibles qu'il faudra surveiller de près.

(iv) Les fermetures de centrales nucléaires

Les neutrons nés des réactions de fusion nucléaire produisent du tritium radioactif et une radioactivité induite dans la cuve du réacteur, dans des pièces connexes de la structure ainsi que dans le caloporteur. La radioactivité à courte vie se désintègrera au cours de la vie utile de la centrale mais la radiation induite à plus longue vie s'accumulera, même si certaines conceptions proposent de recycler les pièces essentielles de la structure. A la fin de la vie utile de la centrale, la structure radioactive sera soumise à un chauffage continu, la loi-disant chaleur rémanante, et devra être manipulée d'une manière qui ne représente aucun danger pour l'environnement.

Un cycle de fusion nucléaire ne comporte ni produits de fission, ni déchets de combustibles radioactifs. La source la plus importante de radioactivité induite proviendra de la couverture en lithium, et particulièrement des impuretés dans la couverture; cependant, la plupart de ces impuretés telles que le tantale ou le soufre, contiennent des produits d'activation d'une demi-vie de moins d'un an, de sorte que le niveau de radioactivité diminuerait rapidement après la fermeture ou le démontage de la centrale.

La quantité, la nature et la durée de la radioactivité induite dans la structure du réacteur et dans les caloporteurs dépendront des propriétés des matériaux utilisés. Il semble possible de choisir des matériaux dont les produits d'activation ont de très courtes vies (le niobium, le tungstène, l'aluminium et le vanadium-titane) de sorte qu'ils deviendront inoffensifs après ue brève période de retenue, ou encore des matériaux dont les produits d'activation ont de très longues demi-vies mais de très faibles activités spécifiques, tels que le béryllium, de sorte que la totalité de la radioactivité résiduelle sera négligemment basse.

En somme, il semble que l'ensemble de la radioactivité accumulée dans un réacteur de fusion sera appréciable, soit de 1 à 10 milliards de curies dans une centrale d'une capacité de 1,000 MWe, après 35 années d'exploitation. Il faudra certes procéder très prudemment. Toutefois, on estime qu'il s'agit là de l'équivalent d'un pour cent environ de la radioactivité résiduelle d'un réacteur de fission qui, lui, comporte un «haut niveau» de produits radioactifs. La plupart des produits d'activation dans un réacteur de fusion seront des émetteurs bêta ou bêta-gamma ayant des demi-vies de quelques mois ou de quelques années. On peut s'attendre à ce que l'accumulation de chaleur et les dangers environnementaux soient réduits à un

components may have long-lived activation products that will require disposal similar to that of low-level wastes from fission plants.

Environmental Aspects of the Uses of Fusion Power

Fusion power plants may take several forms. They may be used as primary sources of heat, to produce electricity, steam, etc. like any thermal power plant. The environmental effects of such use would be independent of the power source.

The fusion reactor could also serve as a supplier not of net energy but of neutrons that could breed fissile isotopes from common non-fissile isotopes of heavy elements (uranium, thorium) and thus enormously increase the efficiency and useable fuel resources of fission reactors. It is this characteristic of nuclear fusion as a source of neutrons that gives some aspects of fusion technology a military or strategic implication. The environmental concerns of fusion-fission hybrids are essentially those of the fission fuel cycle component.

The neutrons produced from nuclear fusion could also be used to transmute accumulated radioactive products into atomic nuclei that are stable and non-radioactive, or into products that decay rapidly into stable forms. Thus neutron transmutation provides a possible means of bringing the radioactivity levels of artificially produced nuclear materials down to levels comparable to the original radioactive substance found in nature. The fusion reaction would then offer an alternative to permanent disposal of nuclear fission wastes in geological formations. Demonstration of this alternative must await the practical operation of a fusion reactor with production of abundant neutrons, but the potential environmental and social advantages are obvious.

niveau insignifiant au cours de la vie utile de la centrale. Certaines composantes renfermeront peut-être des produits d'activation de longue vie et il faudra en disposer un peu comme les déchets à faible niveau provenant des centrales à fission nucléaire.

Les aspects environnementaux de l'utilisation de l'énergie de fusion nucléaire

Les centrales de fusion nucléaire peuvent remplir différentes fonctions. Elles peuvent servir de source première de chaleur pour produire de l'électricité, de la vapeur, etc. tout comme n'importe quelle central termique. Les conséquences environnementales d'une telle utilisation seraient indépendantes de la source d'énergie.

Le réacteur de fusion pourrait également servir à fournir non pas de l'énergie nette mais des neutrons qui, à leur tout, pourraient générer des isotopes fissiles à partir d'isotopes non fissiles communs et d'éléments lourds, par exemple l'uranium et le thorium, et ainsi augmenter de beaucoup le rendement et les sources combustibles utilisables du réacteur de fission. Il s'agit de cette propriété de la fusion nucléaire qui confère à la technologie de la fusion un caractère militaire et stratégique. Les préoccupations d'ordre environnemental des hybrides de fusion-fission sont essentiellement celles rattachées à la composante du cycle de fission combustible.

Les neutrons produits à partir de la fusion nucléaire pourraient aussi servir à transmuter des produits radioactifs accumulés en noyaux atomiques stables et libres de radioactivité ou encore en produits qui se décomposent rapidement en formes stables. Ainsi, la transmutation des neutrons permettra peut-être de réduire le niveau de radioactivité des matières nucléaires artificiellement produites à un niveau comparable à celui des substances radioactives originales trouvées dans la nature. La réaction de fusion représenterait alors une solution de rechange à l'élimination définitive des déchets de fission nucléaire dans des formations géologiques. La démonstration de cette solution de rechange devra attendre la mise en exploitation d'un réacteur de fusion capable de produire des neutrons en abondance. Toutefois, les avantages environnementaux et sociaux potentiels sont évidents.

APPENDIX "AEEA-70"

In relation to its Order of Reference of Friday, May 23, 1980, your Committee has examined the following:

That a Special Committee of the House of Commons, to be composed of seven Members to be named at a later date, be appointed to act as a Parliamentary Task Force on Alternative Energy and Oil Substitution to explore and report upon utilization of alternative energy sources such as & gasohol &, liquified coal, solar energy, methanol, wind and tidal power, biomass, and propane for heating oil and vehicles, with special attention paid to the feasibility, the impact on balance of payments and overall economic desirability;

That the Committee have all of the powers given to Standing Committees by section (8) of Standing Order 65;

That the Committee have the power to retain the services of expert, professional, technical and clerical staff as may be deemed necessary;

That the Committee, its sub-committees and Members of the Committee have the power, when the Committee deems it necessary, to adjourn or travel from place to place inside and outside Canada and that, when deemed necessary, the required staff accompany the Committee, sub-committees or Members of the Committee, as the case may be;

That the provisions of sections (4) and (9) of Standing Order 65 be suspended, unless otherwise agreed to by the said Committee, in application to the said Committee; and

That, notwithstanding the usual practices of this House, if the House is not sitting when an interim or final report of the Committee is completed, the Committee may make the said report public before it is laid before the House, but that, in any case the Committee shall report to the House finally no later than December 19, 1980.

NOTE: This mandate was extended by the House of Commons first to 31 March 1981 and then to 15 May 1981, at the request of the Committee.

APPENDICE «AEEA-70»

Conformément à son ordonnance constitutive du vendredi 23 mai 1980, le Comité a étudié les questions suivantes:

Qu'un Comité spécial de la Chambre des communes, devant comprendre sept membres qui seront nommés ultérieurement, sera créé pour agir en qualité de Groupe de travail parlementaire sur la question de l'énergie de remplacement du pétrole dans le but d'étudier l'utilisation de sources d'énergie de remplacement telles que le «gazohol», le charbon liquéfié, l'énergie solaire, le méthanol, l'énergie éolienne et marémotrice, la biomasse et le propane comme combustibles de chauffage et carburants, et d'en rendre compte en accordant une attention particulière à leur faisabilité, à leur incidence sur la balance des paiements et à leur désirabilité économique globale.

Que le Comité soit investi de tous les pouvoirs conférés aux Comités permanents en application de l'article 8 du règlement nº 65 de la Chambre des communes.

Que le Comité ait le pouvoir de retenir les services d'experts, de spécialistes, de techniciens et de commis, ainsi qu'il le jugera nécessaire.

Que le Comité, ses sous-comités et les membres du Comité aient le pouvoir, ainsi qu'en décidera le Comité, de transporter les séances à un autre endroit ou de se déplacer d'un endroit à l'autre, tant au Canada qu'à l'étranger et, s'il y a lieu, que le personnel nécessaire accompagne le Comité, ses sous-comités ou les membres du Comité selon le cas.

Que les dispositions des articles (4) et (9) du règlement nº 65 de la Chambre des communes ne s'appliquent pas au Comité, à moins que ledit Comité n'en convienne autrement.

Que, nonobstant les pratiques en usage à la Chambre, si la Chambre ne siège pas lorsqu'un rapport provisoire ou final du Comité est terminé, le Comité puisse rendre public ledit rapport avant qu'il ne soit déposé devant la Chambre, mais que dans tous les cas le Comité présente son rapport final devant la Chambre au plus tard le 19 décembre 1980.

REMARQUE: La Chambre des communes a prolongé ce mandat tout d'abord jusqu'au 31 mars et ensuite jusqu'au 15 mai 1981, à la demande du Comité.

ACKNOWLEDGEMENTS

Over the last year this Special Committee has called upon the assistance of a large number of people. We extend our thanks in general here and note that various appendices to the Report name those who supported or contributed to the Committee's work.

We first thank the individuals and organizations across Canada who came forward as witnesses or who provided information and opinions to us. The Committee members and the staff have relied heavily upon these thoughtful contributions.

The Governments of all ten Provinces and of the Yukon and Northwest Territories responded to our invitation for meetings. Not only did we benefit from the regional views thereby expressed but we also appreciated the fact that Government representatives accommodated themselves to the Committee's tight schedule.

Many agencies and facilities welcomed the Committee in its travels in Canada and abroad. We found such visits to be of great value to the study and the hospitality which we were accorded was a welcome tonic during a tiring schedule. We asked for the time of many busy people and it was freely given.

The Department of External Affairs gave yeoman service in setting up complex international travel itineraries under pressing time constraints. Many people in the Department contributed to the success of this aspect of the Committee's operation, both in Ottawa and in the countries visited. We are also grateful to the Departments of National Defence and Transport for providing government aircraft for parts of the Committee's travel, some of which could not have been otherwise accomplished.

We thank the Research Branch of the Library of Parliament for providing an unprecedented level of professional research assistance to a Parliamentary Committee, and the Information and Reference Branch for supplying reference material. Other services of the House of Commons, which are often taken for granted, should be formally acknowledged. These include the Committee Reporting Service, the Printing Operations Branch, and Simultaneous Interpretation. In holding public hearings in Ottawa and across Canada and in appending technical documents to our *Minutes of Proceedings and Evidence,* we have placed a heavy burden on these services and we have been well pleased with the results. To those who performed the secretarial tasks for the Committee we extend our gratitude for persevering in sometimes trying and hectic circumstances.

Lastly we thank our families who tolerated with patience and good humour the excessive demands that the Committee work made upon our time. We regret that this time cannot be recaptured now that the Report is finished.

REMERCIEMENTS

Au cours des dix derniers mois, le Comité spécial a fait appel au concours d'un grand nombre de personnes. Nous désirons ici exprimer nos remerciements en termes généraux puisque le nom des personnes qui ont appuyé les travaux du Comité ou qui y ont contribué est mentionné dans les diverses annexes.

Nous voulons tout d'abord remercier les particuliers et les organisations qui, dans tout le Canada, sont venus témoigner ou qui nous ont fourni des renseignements ou des opinions. Les membres du Comité et le personnel de recherche s'en sont beaucoup rapportés aux idées qu'ils ont exprimées.

Les gouvernements des dix provinces et des territoires du Yukon et du Nord-Ouest ont répondu aux invitations que nous leur avons adressées. Nous avons donc bénéficié des points de vue régionaux exposés lors des réunions et nous sommes reconnaissants aux représentants de ces gouvernements d'avoir bien voulu s'adapter au calendrier serré du Comité.

De nombreux organismes et installations nous ont ouvert leurs portes durant nos voyages au Canada et à l'étranger. Ces visites nous ont été très utiles dans le cadre de notre étude et l'hospitalité qui nous a été offerte a compensé les contraintes d'un emploi du temps très chargé. Nous avons pu consulter de nombreuses personnes qui ont donné bien volontiers de leur temps fort précieux.

Le ministère des Affaires extérieures nous fut d'une aide précieuse dans l'établissement d'itinéraires internationaux complexes avec des délais très serrés. Nombreux sont les fonctionnaires de ce Ministère qui ont contribué au succès de l'entreprise du Comité, tant à Ottawa que dans les pays visités. Nous tenons à remercier le ministère de la Défense nationale et le ministère des Transports qui nous ont fourni des avions du gouvernement pour plusieurs de nos déplacements dont certains n'auraient pu se faire autrement.

Le Comité remercie le Service de recherche de la Bibliothèque du Parlement qui lui a fourni des services professionnels d'un niveau sans précédent ainsi que le Service de consultation et de référence qui a mis les documents de référence à sa disposition. Il convient également de remercier officiellement d'autres services de la Chambre des communes que l'on prend souvent pour acquis, notamment le Service des comptes rendus des comités, la Division des impressions et les services de traduction simultanée. En tenant des audiences publiques à Ottawa et dans l'ensemble du pays et en attachant des annexes techniques à nos *comptes rendus et procès-verbaux,* nous avons imposé un lourd fardeau à ces services et nous sommes plus que satisfaits des résultats obtenus. Il convient également de mentionner tous ceux qui ont assuré les tâches de secrétariat et qui ne se sont jamais laissés abattre, même dans des circonstances parfois astreignantes et difficiles.

Enfin, nous remercions nos familles qui ont supporté avec patience et bonne humeur les demandes excessives que les travaux du Comité ont placées sur notre temps. Nous regrettons que ce temps ne puisse être récupéré maintenant que le rapport est terminé.

TABLE OF CONTENTS

Preface .....

Organization of the Study .....

Afterthoughts .....

1. Introduction .....

2. Energy and Power .....

3. Canada's Energy System Today .....

CANADA'S ENERGY USE IN A GLOBAL CONTEXT .....

CONVENTIONAL ENERGY RESOURCES AND RESERVES .....

1. The Resource/Reserve Spectrum .....
2. Hydrocarbon Resources .....
3. Hydraulic Resources .....
4. Uranium Resources .....

ENERGY FLOWS IN CANADA .....

1. Energy Supply, Demand and Trade .....
2. The Conventional Energy Mix .....
3. Energy Lifelines .....
4. Regional Considerations .....
5. Alternative Energy Use in Canada Today .....

AN EVOLUTION IN ENERGY OUTLOOK .....

THE PROBLEM WITH OIL .....

4. Canada's Energy System Tomorrow .....

GUIDING THE DEVELOPMENT .....

1. Conservation and Energy Efficiency .....
2. Renewable and Inexhaustible Sources of Energy .....
3. Environmental Concerns .....
4. Diversity in Energy Supply .....
5. Regional Considerations .....
6. Strategic Concerns .....
7. Social Concerns .....

ELECTRICITY AND HYDROGEN IN CANADA'S ENERGY FUTURE .....

FUTURE TRANSPORTATION FUELS .....

BUILDING A HYDROGEN AND ELECTRIC ECONOMY .....

TABLE DES MATIÈRES

Préface .....

Organisation de l'étude .....

Réflexion après coup .....

1. Introduction .....

2. Énergie et puissance .....

3. Le système énergétique canadien d'aujourd'hui .....

LA CONSOMMATION CANADIENNE D'ÉNERGIE DANS LE CONTEXTE MONDIAL .....

RESSOURCES ET RÉSERVES D'ÉNERGIE CLASSIQUE .....

1. L'éventail des ressources et des réserves .....
2. Ressources en hydrocarbures .....
3. Ressources hydrauliques .....
4. Ressources en uranium .....

LES FLUX ÉNERGÉTIQUES AU CANADA .....

1. Offre, demande et commerce d'énergie .....
2. La répartition des énergies conventionnelles .....
3. Les artères de distribution .....
4. Considérations d'ordre régional .....
5. Utilisation actuelle de l'énergie de remplacement au Canada .....

ÉVOLUTION DANS LES PERSPECTIVES ÉNERGÉTIQUES .....

LE PROBLÈME DU PÉTROLE .....

4. Système énergétique canadien de demain .....

ORIENTATION DU DÉVELOPPEMENT .....

1. Conservation et efficacité énergétique .....
2. Sources d'énergie renouvelables et inépuisables .....
3. Préoccupations d'ordre environnemental .....
4. Diversité des approvisionnements énergétiques .....
5. Considérations d'ordre régional .....
6. Préoccupations d'ordre stratégique .....
7. Préoccupations d'ordre social .....

LA PLACE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE L'HYDROGÈNE DANS L'AVENIR ÉNERGÉTIQUE DU CANADA .....

COMBUSTIBLES POUR LES TRANSPORTS DE L'AVENIR .....

OUVRIR LA VOIE À UNE ÉCONOMIE FONDÉE SUR L'HYDROGÈNE ET L'ÉLECTRICITÉ .....

5. Energy and the Economy

INTRODUCTION

ENERGY PRICING

1. Energy Pricing in the Past
2. Future Energy Prices and Their Implications

THE ECONOMICS OF ENERGY SUPPLY, DEMAND AND CONSERVATION

1. Conservation Defined
2. What Factors Affect Conservation?
3. Conservation Objectives, Decisions and Policies
4. Pricing Criteria for Alternative Energy and Oil Substitutes
5. Demand, Conservation and Prices
6. Delays in Adopting Alternatives

ENERGY AND GROWTH

1. Energy Consumption and the Gross Domestic Product
2. Energy Consumption by Producers
3. The Role of New Energy Sources and Technological Change

BALANCE OF PAYMENTS, ENERGY TRADE AND INVESTMENT

ENERGY AND EMPLOYMENT

INCENTIVES

6. Alternative Energy Sources, Currencies and Technologies

INTRODUCTION

CONSERVATION AS AN ENERGY SOURCE

BIOMASS ENERGY

1. Alcohol Fuels
2. Biogas
3. Wood
4. Peat

COAL TECHNOLOGIES

1. Combustion Technologies
2. Conversion Technologies

DISTRICT HEATING

ELECTRICAL GENERATION

1. Combined-cycle Generation
2. Low-head and Small-scale Hydro-electric Generation

FUEL CELLS

1. Fuel Cell Technology
2. Advantages and Difficulties in Using Fuel Cells
3. International and Canadian Development

FUSION ENERGY

1. The Nature of Fusion Energy
2. Advantages and Difficulties in Using Fusion Energy
3. International and Canadian Development

5. L'énergie et l'économie

INTRODUCTION

PRIX DE L'ÉNERGIE

1. Le prix de l'énergie dans le passé
2. Les futurs prix de l'énergie et ce qu'ils supposent

L'ÉCONOMIE DE L'OFFRE, DE LA DEMANDE ET DE LA CONSERVATION DE L'ÉNERGIE

1. Définition de la conservation
2. Quels facteurs affectent la conservation?
3. Objectifs, décisions et politiques de conservation
4. Critères de détermination du prix de l'énergie de remplacement et des substituts du pétrole
5. La demande, la conservation et les prix
6. Retards dans l'adoption de solutions de remplacement

ÉNERGIE ET CROISSANCE

1. La consommation d'énergie et le produit intérieur brut
2. Consommation d'énergie par les producteurs
3. Le rôle des nouvelles sources d'énergie et des changements technologiques

BALANCE DES PAIEMENTS, COMMERCE DE L'ÉNERGIE ET INVESTISSEMENTS

L'ÉNERGIE ET L'EMPLOI

STIMULANTS

6. Sources, devises et technologies d'énergie de remplacement

INTRODUCTION

CONSERVATION COMME SOURCE D'ÉNERGIE

BIOMASSE

1. Les carburants alcoolisés
2. Le méthane
3. Le bois
4. La tourbe

TECHNOLOGIES DU CHARBON

1. Technologies de combustion
2. Technologies de conversion

CHAUFFAGE PAR ÎLOT

PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

1. La production en cycle combiné
2. Les centrales hydro-électriques à faible hauteur de chute et à échelle réduite

PILES À COMBUSTIBLE

1. Technologie de la pile à combustible
2. Avantages et difficultés de l'utilisation des piles à combustible
3. Développements internationaux et canadiens

FUSION

1. La nature de l'énergie de la fusion
2. Avantages et difficultés de l'utilisation de l'énergie de la fusion
3. Développements internationaux et canadiens

GEOTHERMAL ENERGY

1. The Nature of Geothermal Energy
2. Advantages and Difficulties in Using Geothermal Energy
3. International and Canadian Development

HEAT PUMPS

1. Heat Pump Technology
2. Advantages and Difficulties in Using Heat Pumps
3. International and Canadian Development

HYDROGEN

1. The Nature of Hydrogen
2. Producing Hydrogen
3. Storing Hydrogen
4. Transporting Hydrogen
5. A Hydrogen-based Energy System for Canada

NONCONVENTIONAL PROPULSION

1. Propane
2. Compressed Natural Gas
3. Synthetic Gasoline
4. Alcohols
5. Electric and Hybrid Vehicles
6. Hydrogen

OCEAN ENERGY

1. Tidal Energy
2. Wave Energy
3. Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC)

SOLAR ENERGY

1. The Nature of Solar Energy
2. Solar Space and Water Heating Systems
3. Solar-thermal Power Systems
4. Photovoltaics
5. Solar Energy: An Appropriate Technology

WIND ENERGY

1. The Nature of Wind Energy
2. Advantages and Difficulties in Using Wind Energy
3. International and Canadian Development

7. Recommendations

8. Selected Bibliography

9. Appendices

A. UNITS AND CONVERSION FACTORS

B. WITNESSES AND INTERVENORS AT PUBLIC HEARINGS

C. WITNESSES AT INFORMAL COMMITTEE HEARINGS

D. OTHER WRITTEN SUBMISSIONS RECEIVED

E. COMMITTEE TRAVEL

GÉOTHERMIE

1. La nature de l'énergie géothermique
2. Avantages et difficultés de l'utilisation de l'énergie géothermique
3. Développements internationaux et canadiens

THERMOPOMPES

1. Technologie des pompes à chaleur
2. Avantages et difficultés de l'utilisation des pompes à chaleur
3. Développements internationaux et canadiens

HYDROGÈNE

1. La nature de l'hydrogène
2. Production de l'hydrogène
3. Stockage de l'hydrogène
4. Transport de l'hydrogène
5. Une infrastructure énergétique fondée sur l'hydrogène pour le Canada

SYSTÈMES DE PROPULSION

1. Le propane
2. Gaz naturel comprimé
3. Essence synthétique
4. Alcools
5. Véhicules électriques et véhicules hybrides
6. L'hydrogène

ÉNERGIE DES OCÉANS

1. L'énergie marémotrice
2. L'énergie des vagues
3. Conversion de l'énergie thermique des océans (CETO)

ÉNERGIE SOLAIRE

1. Nature de l'énergie solaire
2. Les systèmes de chauffage des locaux et de l'eau
3. Systèmes de conversion de l'énergie héliothermique en énergie électrique
4. Piles photovoltaïques
5. L'énergie solaire: une technologie appropriée

ÉNERGIE ÉOLIENNE

1. Nature de l'énergie éolienne
2. Avantages et difficultés de l'exploitation de l'énergie éolienne
3. Développements internationaux et canadiens

7. Recommandations

8. Bibliographie choisie

9. Annexes

A. UNITÉS ET FORMULES DE CONVERSION

B. TÉMOINS ET INTERVENANTS QUI ONT PARTICIPÉ AUX AUDIENCES PUBLIQUES

C. TÉMOINS QUI ONT PARU LORS DES RÉUNIONS OFFICIEUSES DU COMITÉ

D. AUTRES DOCUMENTS ÉCRITS REÇUS

E. DÉPLACEMENTS DU COMITÉ

PREFACE

Chairing the Special Committee of the House of Commons on Alternative Energy and Oil Substitution has been an exciting and appealing challenge. The experience of working closely for many months with a small and dedicated group of Members of Parliament, supported by a competent professional staff, was particularly satisfying. Our mandate was one of the most complex and technical ever given a Committee of the House and it demanded months of intense study by the Members before they could state their conclusions and recommendations.

Our work we hope demonstrates that a group of Parliamentarians with various backgrounds, representing three political parties and possessing different degrees of knowledge about energy, is able to prepare a report which is comprehensive, credible and understandable to the Canadian public.

During the public hearings held in Ottawa and in each Province and Territory, Committee members had an opportunity to hear testimony from private citizens, interested groups, professional people, officials from corporations large and small, and government representatives. Furthermore, officials in a number of foreign countries welcomed our inquiries and opened their doors to us. We could not have completed our study without the cooperation and time freely given by all these people and we sincerely thank everyone who contributed to the Committee's learning process. We hope that this Report justifies the efforts they made on our behalf.

The Committee had to cope with an avalanche of material and it has been an immense task to weigh the opinions and to consider the information contained in these documents. Similarly, we found it difficult to present our findings concisely. This Report reviews the present energy system in Canada and, by means of its recommendations, suggests ways that alternative sources of energy and conservation should be promoted. We hope that our conclusions will convince Canadians that, while our country does not yet face a true energy crisis, there is an urgent need to find appropriate substitutes for oil and to move Canada's energy system towards one based upon sustainable energy sources.

Canada has the resources to be a leader in the global energy transition. In this century we have the opportunity not only to secure our own energy future, but also to export new energy technologies we develop along the way. We appreciate that this transformation of our energy system will not be easily achieved, and our recommendations reflect the magnitude of the effort required. We are however optimistic that with a concerted effort, and an enthusiastic and sustained commitment, the task can be accomplished.

Thomas H. Lefebvre, M.P.
Chairman

PRÉFACE

La présidence du Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole a présenté un défi considérable mais cependant attrayant. Le fait de travailler étroitement pendant de nombreux mois avec un petit groupe de députés dévoués, appuyés par un personnel professionnel compétent a été une expérience particulièrement enrichissante. Notre mandat est un des plus complexes et des plus techniques jamais confié à un comité de la Chambre et il a fallu aux députés plusieurs mois d'études intenses avant de pouvoir formuler des conclusions et présenter des recommandations.

Nous espérons que notre travail aura démontré qu'un groupe de parlementaires issus de divers horizons, représentant trois partis politiques différents et n'ayant pas la même connaissance de l'énergie, est capable de préparer un rapport complet et crédible pouvant être compris du public canadien.

Au cours des audiences publiques tenues à Ottawa et dans chaque province et territoire, les membres du Comité ont eu l'occasion d'entendre le témoignage de particuliers, de groupes d'intérêt et de représentants des professions libérales, de particuliers, de groupes d'intérêt et de représentants des professions libérales, des grandes et petites entreprises, et des gouvernements. En outre, les représenouvert les portes de leurs installations. Nous n'aurions pu mener à bien notre étude sans la coopération et l'aide que nous ont données sans compter toutes ces personnes et nous désirons remercier sincèrement tous ceux qui ont contribué à l'apprentissage du Comité. Nous espérons que notre rapport justifie les efforts qui ont été fournis en notre nom.

Le Comité a dû affronter une avalanche de documents et il n'a pas été facile d'évaluer les opinions et de considérer les informations qu'ils contenaient. De même, il nous a été difficile de rendre compte de façon concise des résultats de notre enquête. Le présent rapport passe en revue la filière énergétique actuelle du Canada et tente, par ses recommandations, d'indiquer de quelles façons il faut sensibiliser le public canadien aux questions des sources d'énergie de remplacement et de la conservation de l'énergie. Nos conclusions, nous l'espérons, convaincront les Canadiens que, si notre pays ne connaît pas aujourd'hui une véritable crise de l'énergie, il n'en reste pas moins qu'il existe un besoin urgent de trouver des solutions appropriées de remplacement du pétrole et d'orienter la filière énergétique du Canada vers des sources d'énergie durables.

Le Canada possède les ressources nécessaires pour être à l'avant-garde de la transition énergétique globale. Pendant le reste du siècle, nous aurons l'occasion non seulement de garantir notre propre avenir énergétique mais aussi d'exporter toute nouvelle technologie mise au point dans le cadre de la réalisation de nos objectifs. Nous savons fort bien que cette transformation de notre filière énergétique ne se fera pas du jour au lendemain et nous avons, dans nos recommandations, essayé d'indiquer l'importance de l'effort requis. Nous restons cependant optimistes que cette tâche peut être accomplie moyennant un effort concerté et un engagement enthousiaste et réaliste.

Thomas H. Lefebvre, député
Président

ORGANIZATION OF THE STUDY

The Committee was established on 23 May 1980 and we recognized at the beginning of the investigation that our order of reference required some interpretation. We decided that *alternative energy* would refer to those energy sources, energy technologies and fuels (energy currencies or carriers) not presently exploited in Canada to any significant degree. Coal liquefaction, for example, is a commercial enterprise in South Africa but it is not a technology developed in this country and thus represented a legitimate area for study. Initially the following subjects were selected for consideration: biomass, coal conversion, co-generation, district heating, fluidized bed combustion, fuel cells, fusion energy, geothermal energy, heat pumps, hydrogen, nonconventionally-powered vehicles, ocean, solar and wind energy. This list underwent some modification as the study progressed and the subjects were accorded varying degrees of importance.

The order of reference made no mention of Canada's conventional energy sources: crude oil, natural gas, coal, hydro-electricity and nuclear-electricity. Neither did it mention the subject of energy conservation. It soon became apparent, however, that one cannot study the potential contribution of alternative energy to Canada's energy system without considering the manner in which the conventional mix will evolve. Similarly, one cannot discuss the evolution of a complex energy system without referring to the impact of conservation. In other words, although we were not directed to look beyond the area of alternative energy, we had no choice but to touch upon many elements of Canada's energy affairs. The Committee was therefore presented with an immense task and, notwithstanding the extension of its reporting deadline from 19 December 1980 to 15 May 1981, time has been the overwhelming constraint on its operation.

In approaching this task the Committee called upon the services of the Library of Parliament. Eight Research Officers from the Research Branch of the Library, trained in the fields of science and economics, assisted in the Committee's investigation. Six of these people worked with the Committee from the beginning to the end of its mandate.

On 25 June 1980, the Committee opened its first round of public hearings in Ottawa. Concerned with exploring the range of the mandate, these hearings laid the groundwork for more detailed investigation. This phase of the Committee's operation carried through to the end of July and included 16 public sessions.

In advertisements carried in mid-July in most daily newspapers and in a number of weeklies across Canada, the Committee next invited public submissions relating to its mandate. Some 150 individuals and organizations corresponded with the Committee in response to this advertising, the majority submitting briefs of varying length and complexity. Following the analysis of these submissions in late August, the Committee held public hearings across Canada in the month of September. The domestic travel allowed us to hear representative presentations drawn from the public response to our advertising, to meet with government officials in every Province and in the Yukon and Northwest Territories, and to see facilities of interest in various parts of the country. The Committee visited the cities of Quebec, Montreal, Toronto, Victoria, Vancouver, Edmonton, Regina, Winnipeg, Yellowknife, Whitehorse, Hay River, St. John's, Halifax, Charlottetown and Fredericton.

In October the Committee turned its attention to the international scene. Dividing into subcommittees, members and staff visited the United States, Brazil, France, West Germany, Italy, Ireland, Sweden and Iceland. Meeting with government officials and representatives of the private sector and visiting selected energy facilities, we learned much about the alternative energy programs in those countries.

ORGANISATION DE L'ÉTUDE

Le Comité a été créé le 23 mai 1980 et il s'est rendu compte, dès le début de son enquête, qu'il lui fallait interpréter dans une certaine mesure son ordonnance constitutive. Il fut décidé que *l'énergie de remplacement* désignerait les sources d'énergie, les technologies d'énergie et les combustibles (devises énergétiques ou porteurs d'énergie) qui ne sont pas encore exploités sur une grande échelle au Canada. La liquéfaction du charbon, par exemple, est une entreprise commerciale en Afrique du Sud mais ce n'est pas une technologie qui est utilisée au Canada, de sorte qu'elle représentait un bon sujet d'étude. Au début, les sujets suivants avaient été choisis: la biomasse, la conversion du charbon, la production d'électricité à cycle combiné, le chauffage de quartier, la combustion sur lit fluidisé, les piles à combustible, l'énergie de la fusion, l'énergie géothermique, les pompes à chaleur, l'hydrogène, les véhicules à propulsion non classique, l'énergie des océans, l'énergie solaire et l'énergie éolienne. A mesure que l'étude a progressé, cette liste a subi des changements et l'on a donc accordé une importance différente aux divers sujets.

L'ordonnance constitutive ne faisait aucune mention des sources d'énergie classiques du Canada: le pétrole brut, le gaz naturel, le charbon, l'hydro-électricité et l'électricité nucléaire. La conservation d'énergie n'était pas non plus mentionnée. Il est vite devenu évident qu'on ne pouvait étudier l'apport potentiel des énergies de remplacement à la filière énergétique du Canada sans considérer également la façon dont évoluerait l'éventail des énergies classiques. De même, on ne peut discuter de l'évolution d'une filière énergétique complexe sans étudier les incidences de la conservation. Autrement dit, bien qu'on ne nous ait pas demandé de dépasser le cadre de l'énergie de remplacement, nous n'avons pu faire autrement que de toucher à de nombreux éléments de la situation énergétique du Canada. Le Comité s'est donc vu face à une tâche considérable et, bien que le délai initial du 19 décembre 1980 ait été reporté au 15 mai 1981 pour la présentation du rapport, le temps a été une contrainte écrasante à l'entreprise du Comité.

Pour mener à bien cette entreprise, le Comité a fait appel aux services de la Bibliothèque du Parlement. Huit attachés de recherche du Service de recherche de la Bibliothèque, ayant de l'expérience en sciences et en économie, ont aidé le Comité à faire son enquête. Six de ces personnes ont travaillé avec le Comité du début à la fin.

Le 25 juin 1980, le Comité a commencé à tenir ses premières audiences publiques à Ottawa. Dans l'optique d'explorer la portée de son mandat, le Comité s'est servi de ces audiences pour poser les fondations d'enquêtes plus détaillées. Cette phase des activités du Comité s'est poursuivie jusqu'à la fin de juillet et a compté 16 audiences publiques.

Dans des annonces publiées vers la mi-juillet dans la plupart des quotidiens et dans un certain nombre d'hebdomadaires dans tout le Canada, le Comité a ensuite invité les personnes intéressées à lui présenter des mémoires sur l'objet de son mandat. Quelque 150 particuliers et organisations ont correspondu avec le Comité en réponse à ces annonces et la majorité ont présenté des mémoires variant en longueur et en complexité. Après avoir analysé ces mémoires à la fin août, le Comité a tenu des audiences publiques dans tous le Canada au mois de septembre. Ces déplacements ont permis au Comité d'entendre des exposés représentant l'opinion des membres du public en réponse aux annonces, de rencontrer des fonctionnaires dans chaque province et dans les territoires du Yukon et du Nord-Ouest et de visiter des installations intéressantes dans diverses régions du pays. Le Comité a visité les villes de Québec, Montréal, Toronto, Victoria, Vancouver, Edmonton, Regina, Winnipeg, Yellowknife, Whitehorse, Hay River, Saint-Jean, Halifax, Charlottetown et Fredericton.

En octobre, le Comité s'est tourné vers l'étranger. Répartis en sous-comités, les membres du Comité et du personnel ont visité les États-Unis, le Brésil, la France,

Having acquired some perspective on developments abroad, it was time to add depth to the inquiry and a final round of 28 public hearings was held in Ottawa. Those hearings pursued more detailed aspects of alternative energy and were completed on 11 December 1980. Thereafter the Committee began preparing its Report to Parliament.

During its study the Committee exercised its authority to retain the services of experts. Assistance on specific issues was provided by Middleton Associates of Toronto, by the Economic Council of Canada and by Professor John Holdren of the University of California at Berkeley. To help convey its ideas and findings to the public, the Committee hired the graphics firm Les Illustrateurs of Hull, Québec and Rockland, Ontario. And, under the aegis of the Library of Parliament, the Committee engaged Professor Benoît Jean, of the Institut national de la recherche scientifique in Varennes, Québec, to provide peer review for the final Report.

The reader will note that the order of reference directed the Committee to report upon the "utilization of alternative energy sources". We recognize the point of view which stresses dealing with the demand side of the energy equation rather than the supply side. While we agree that the management of energy demand is of at least comparable importance in Canada, our Report necessarily treats only the subject of alternative energy supply in detail.

We further recognize that our investigation has not exhausted all avenues of approach even in the restricted domain of alternative energy. Rather we have laid the subject out in broad terms, leaving many signposts along the way where we think more detailed work is desirable (or essential). In so doing, the Report outlines the Committee's view of the appropriate evolution of Canada's energy system.

Our final comment here is a technical one. Energy statistics can be baffling both because of terminology (not always consistently used) and because Canada has recently instituted a new system of measurement (SI or the International System of Units). In the spirit of "going metric", we have emphasized the new system in this Report while putting considerable effort into showing the equivalence between English and SI units. The problem of terminology in the energy field is less easily handled. We have selected those definitions which seemed most appropriate for our purposes and have tried to be consistent in their application. Terms and concepts are defined as they arise, and units and conversion factors are gathered into Appendix A for ease of reference. Monetary values are understood to be in current Canadian dollars unless otherwise specified.

l'Allemagne de l'Ouest, l'Italie, l'Irlande, la Suède et l'Islande. Au cours des rencontres avec des fonctionnaires et des représentants du secteur privé de ces pays et de visites effectuées aux diverses installations énergétiques, nous avons beaucoup appris sur les programmes d'énergie de remplacement de ces pays.

Ayant obtenu quelques idées sur ce qui se faisait à l'étranger, il était temps d'approfondir le sujet et une autre série d'audiences publiques ont eu lieu à Ottawa. Ces audiences, qui portèrent sur des aspects plus complexes et plus subtils de l'énergie de remplacement, ont pris fin le 11 décembre 1980. Après cela, le Comité a commencé à préparer son rapport au Parlement.

Au cours de son étude, le Comité a également exercé son droit de retenir les services d'experts. Middleton Associates de Toronto, le Conseil économique du Canada et le professeur John Holdren de l'université de Californie à Berkeley ont prêté leur concours dans le cadre de problèmes particuliers. Afin de mieux pouvoir communiquer ses idées et constatations au public, le Comité a fait appel à la firme de conception graphique Les Illustrateurs de Hull, au Québec et de Rockland, en Ontario. De plus, la Bibliothèque du Parlement en ayant fait la recommandation expresse, le Comité a demandé au professeur Benoît Jean, de l'Institut national de la recherche scientifique de Varennes, au Québec, d'assurer la révision du Rapport final.

Le lecteur remarquera que l'ordonnance constitutive a incité le Comité à commenter «l'utilisation des sources d'énergie de remplacement». Nous comprenons le point de vue qui consiste à privilégier le volet demande de l'équation énergétique plutôt que le volet approvisionnement. Cependant, bien que nous convenions que la gestion de la demande énergétique est d'une importance au moins comparable au Canada, notre rapport traite par nécessité en détail uniquement du sujet des approvisionnements en énergies de remplacement.

Nous comprenons aussi par ailleurs que notre étude n'a pas épuisé toutes les possibilités d'aborder même le domaine restreint des énergies de remplacement. Nous avons plutôt traité le sujet en termes généraux en laissant des repères là où il nous semble qu'un travail plus élaboré est souhaitable (ou essentiel). Ce document met ainsi en évidence l'idée que se fait le Comité d'une évolution appropriée de la filière énergétique du Canada.

Notre dernier commentaire est d'ordre technique. Les statistiques énergétiques sont quelquefois la source d'une grande confusion, à la fois à cause de la terminologie spécialisée (pas toujours cohérente) et à cause de l'adoption récente par le Canada d'un nouveau système de mesures (le système SI ou Système international d'unités). Pour aller dans le sens de l'adoption du système métrique, nous avons mis en évidence le nouveau système dans notre rapport tout en faisant de notre mieux pour indiquer l'équivalence entre les unités anglaises et SI. Le problème de la terminologie du domaine énergétique est moins facile à résoudre. Nous avons retenu les définitions qui nous semblaient les plus appropriées dans le cadre de nos besoins et nous nous sommes efforcés de faire une utilisation cohérente de ces termes. Les termes et concepts sont définis à mesure de leur apparition et les unités et les formules de conversion ont été réunies, pour en faciliter l'usage, à l'Annexe A. Les valeurs monétaires doivent s'entendre en dollars canadiens actuels à moins d'indications contraires.

AFTERTHOUGHTS

In a number of ways the operation of the Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution has represented a departure from normal Committee operation. This is also true for the other five Task Forces established at the same time but, to our knowledge, no Canadian Parliamentary Committee has ever before been given such a technically demanding subject for investigation. This led to an unprecedented commitment of professional support to a Committee by the Library of Parliament. In another departure, the research staff was allowed to participate regularly in questioning during public hearings and during visits to other countries. Upon occasion, the staff also was given the opportunity to represent the Committee when Members themselves were unavailable. Given the technical nature of the mandate, the rapport these new developments engendered between Committee members and staff allowed for a broad and detailed exploration of energy issues.

As elected representatives, Parliamentarians are entrusted with managing the public's affairs. This has never been an easy task, but recently it has become even more difficult as society is faced with increasingly complex and technical issues, not the least of which is how to deal with energy matters. Thus if Members of Parliament are to handle their legislative responsibilities effectively, especially with regard to technical matters, some new approach to help cope with this complexity must be considered.

We have found that the vehicle of a "Special Committee" has been an effective means of developing the expertise of Members in new fields. And to the extent that this style of committee operation allows Members to educate themselves in specialized areas, it also serves to expand Parliament's body of knowledge. This is because a Special Committee allows a small group of Members to study a subject in more detail than has typically been possible under the Standing Committee system. We found that a committee membership of seven was almost ideal for our purposes.

Beyond the fact that seven Members of Parliament have been given a unique opportunity to develop their thinking on the subject of alternative energy, our Parliamentary system benefits in another way. The knowledge garnered by the Committee's research staff also remains at the service of Parliament since that staff was drawn from the precincts of the Hill. This facilitates the transmission of new information to other Members.

We regard the establishment and operation of the Special Committees as an important test by the Government in strengthening the Committee system. We believe that our experience with a small specialized committee points the way to dealing with many of the complex issues facing Parliament today and promises to provide Members with more resources for and confidence in approaching such matters. We recommend that the Government consider building upon the experience of these Task Forces with a view to incorporating some features of their operation into the regular Committee system.

RÉFLEXION APRÈS COUP

A plusieurs égards, le Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole a différé des comités parlementaires normaux. Cela est également vrai des cinq autres groupes de travail établis en même temps mais, à notre connaissance, aucun comité parlementaire canadien n'a jamais reçu un sujet d'enquête aussi exigeant du point de vue technique. Cela lui a valu l'aide professionnelle sans précédent de la Bibliothèque du Parlement. Autre nouveauté, le personnel de recherche a reçu la permission de participer régulièrement aux interrogatoires pendant les audiences publiques et pendant les visites à l'étranger. Parfois le personnel a également pu représenter le Comité quand les députés étaient eux-mêmes absents. Étant donné la nature technique du mandat, le rapport ainsi créé entre les membres du Comité et le personnel de recherche a permis une analyse plus vaste et plus détaillée des questions de l'énergie de remplacement.

En tant que représentants élus, les députés sont chargés de gérer les affaires publiques. Cela n'a jamais été une tâche facile mais cela devient de plus en plus difficile à mesure que la société est confrontée à des questions plus complexes et plus techniques dont l'une des plus ardues consiste à savoir comment aborder les questions de l'énergie. Aussi, si les députés doivent s'acquitter efficacement de leurs responsabilités législatives, notamment en ce qui concerne les questions techniques, faut-il envisager une nouvelle façon d'aborder cette complexité.

Nous avons trouvé qu'un comité spécial était un bon instrument pour étendre les connaissances des députés à de nouveaux domaines et, dans la mesure où ce genre de comité permet aux députés de se familiariser avec des domaines spécialisés, il sert également à augmenter les connaissances du Parlement. Cela est dû au fait qu'un comité spécial permet à un petit groupe de députés d'étudier un sujet de façon plus détaillée que cela n'a été généralement le cas avec les comités permanents. Nous avons trouvé qu'un comité de sept membres était idéal dans le cas présent.

Outre le fait que sept députés ont eu l'occasion unique de réfléchir au sujet de l'énergie de remplacement, notre système parlementaire en a tiré parti d'une autre façon. Les connaissances acquises par le personnel du Comité restent également à la disposition du Parlement du fait que ce personnel relève des services parlementaires, ce qui facilite la transmission d'information à de nouveaux députés.

Nous considérons l'établissement et l'exploitation des comités spéciaux comme une importante expérience du gouvernement dans ses efforts visant à renforcer le système des comités. Nous pensons que l'expérience acquise avec ce petit comité spécialisé ouvre la voie à une nouvelle façon d'aborder un bon nombre de questions complexes sur lesquelles le Parlement doit se pencher et cela ne peut donner aux députés que plus de ressources pour étudier ces questions et aussi plus de confiance dans cette entreprise. Nous recommandons que le gouvernement envisage de bâtir sur l'expérience de ces groupes spéciaux en vue d'incorporer certains aspects de leur opération dans le système des comités ordinaires.



1 INTRODUCTION



1 INTRODUCTION

Introduction

In fifty years Canada's energy system will be radically different. We foresee a system based upon electricity and hydrogen as the major energy carriers or currencies, with only minimal and selected use of hydrocarbons (crude oil, natural gas and coal) as fuels. Electric power will be generated in several ways, with the hydrogen produced primarily through the electrolysis of water. Drawing upon the sun's radiation and to a lesser extent upon the Earth's heat flow, our society will be able to satisfy much of its need for the low-grade thermal energy used in space and water heating and for industrial heat.

Our reasons for believing that Canada's energy system should be directed away from hydrocarbons in the long term are two-fold: first to counter the otherwise formidable environmental problems we see arising in the next century, especially if coal becomes a principal element in our energy supply; and second to preserve crude oil, natural gas and coal for such non-energy uses as the production of petrochemicals.

The Committee is troubled by past failures to anticipate many of the environmental consequences of exploiting various forms of energy. We wish to see this impact considered much more carefully in the future. Our lack of enthusiasm for coal as a principal supplier of energy in the next century, for example, arises directly from such environmental concern. We recognize of course that no new energy source or technology is completely environmentally benign but some can be preferred over others, and environmental impact should be one of the prime considerations in setting priorities.

We realize that Canada does not have the resources to pursue all avenues of alternative energy investigation, and that results can be diluted by attempting too much. But given the uncertainties inherent in any course of action, the Committee wishes to see Canada's energy options kept as broad as possible. Priorities in the alternative energy field will have to be assigned on the best estimates of today, and there are few energy sources and technologies which we would want to see totally ignored in this country.

In reviewing energy prospects, we cannot consider Canada in isolation from developments in other parts of the world. Global population now exceeds four billion and is expected to surpass six billion by the year 2000. It has been observed that anyone with a present life expectancy of 50 years may live to see a world inhabited by 10 billion people. Sustaining those numbers and improving the human condition beyond the abysmal state characterizing substantial regions of the world today will require a much expanded use of energy in developing countries.

Energy conservation (with conservation referring to both frugal and more efficient use) is a fundamentally important strategy which should carry forward far into the future. In fact, the Committee considers that restraining growth in energy demand will offer the best return in managing Canada's energy affairs throughout the remainder of this century at least. Many of the new technologies which we consider in this Report promise significant energy-conserving benefits. In the longer run, conservation becomes built in to our system and increasing efficiencies in energy use become more difficult and costly to achieve. At some point energy supply reasserts itself as the foremost concern in an expanding system.

Turning to other energy options, Canada should exploit biomass (carbon-containing material of plant and animal origin not including fossil fuels) as rapidly as is feasible, subject to certain reservations. Forest or cellulosic biomass will assume an important position in Canada's changing energy system, especially in the provision of transportation fuels. Thereafter, although biomass will continue to be a substantial provider of energy, we foresee its *relative* importance declining for environmental reasons and because of increasing pressure on the Earth's land base to feed the world's burgeoning population. Thus the Committee views biomass energy as playing its most significant role over the next few decades.

Geothermal energy, the natural heat of the Earth, is a more enigmatic player in the energy game. In this century geothermal energy will have little impact on Canada's energy affairs. In the next century, the potential of this energy form hinges on the success of new approaches to its exploitation, something which is dif-

Introduction

Dans cinquante ans, l'infrastructure énergétique canadienne sera radicalement différente. Elle devrait être fondée essentiellement sur l'électricité et l'hydrogène, le recours aux hydrocarbures (pétrole brut, gaz naturel et charbon) comme combustibles étant restreint à des utilisations limitées et choisies. L'électricité pourrait être produite de diverses façons alors que l'hydrogène sera principalement tiré de l'électrolyse de l'eau. En captant le rayonnement solaire et, dans une moindre mesure, le rayonnement thermique terrestre, en poursuivant une politique de conservation et d'utilisation des rejets thermiques notre société pourra satisfaire la plupart de ses besoins en énergie thermique pour le chauffage industriel, de l'eau et des locaux.

Nous avons deux raisons principales de croire qu'à long terme l'infrastructure énergétique du Canada ne reposera plus sur les hydrocarbures: d'abord parce qu'il est nécessaire d'éviter les formidables problèmes environnementaux que pourrait connaître le siècle prochain, surtout si le charbon devient un élément principal de notre approvisionnement énergétique; en second lieu parce que le pétrole brut, le gaz naturel et le charbon devront être réservés à des utilisations non énergétiques telles que la production pétrochimique.

Le Comité est préoccupé par le fait que, dans le passé, on n'a pas su prévoir nombre des conséquences environnementales de l'exploitation de diverses formes d'énergie. Nous souhaitons qu'à l'avenir ces dernières soient étudiées avec beaucoup plus de soin. Nous ne sommes guère enthousiasmés par la perspective de voir le charbon constituer notre principale source d'énergie dans le siècle prochain à cause, entre autres, des problèmes environnementaux que cela soulèverait. Il n'existe bien sûr pas de nouvelles technologies ou sources d'énergie qui soient totalement bénignes pour l'environnement mais il est possible de privilégier certaines options et l'impact environnemental doit être l'un des éléments primordiaux de la détermination des priorités.

Nous nous rendons compte que le Canada ne dispose pas des ressources nécessaires pour explorer toutes les possibilités d'énergie de remplacement et qu'on n'arrive quelquefois qu'à de piètres résultats lorsqu'on essaie trop de choses à la fois mais, étant donné les incertitudes inhérentes à toute ligne de conduite, le Comité souhaite que le Canada conserve des options énergétiques aussi ouvertes que possible. Il faudra affecter des priorités dans le domaine des énergies de remplacement en fonction des meilleures estimations actuelles et rares sont les technologies et les sources énergétiques que nous souhaitons voir totalement ignorées dans ce pays.

Dans le cadre de l'examen des possibilités énergétiques qui sont ouvertes, nous ne pouvons dissocier le Canada des progrès réalisés dans d'autres parties du monde. La population de la Terre est maintenant de plus de 4 milliards de personnes et l'on s'attend à ce que ce chiffre dépasse 6 milliards d'ici à l'an 2000. On a constaté que tout être vivant pouvant espérer vivre encore 50 ans verra peut-être une planète peuplée de 10 milliards d'habitants. Pour faire vivre une telle masse de gens et suffisamment améliorer la condition humaine pour supprimer l'effroyable misère qui caractérise actuellement de nombreuses régions de notre planète, il faudra que les pays en voie de développement en arrivent à une utilisation énergétique beaucoup plus importante.

La conservation de l'énergie (ce qui signifie une utilisation à la fois plus frugale et plus efficace) est une stratégie fondamentale dont les effets devraient se faire sentir loin dans l'avenir. Le Comité considère en fait que c'est la restriction de la croissance de la demande énergétique canadienne qui contribuera le plus à préserver l'équilibre énergétique du Canada et ce au moins pour le reste de ce siècle. Un grand nombre des nouvelles technologies envisagées dans notre rapport promettent d'apporter des avantages importants sur le plan de la conservation de l'énergie. A plus long terme, la conservation s'intègre dans le bilan et il devient de plus en plus difficile et coûteux d'accroître l'efficacité des utilisations de l'énergie. On arrive ensuite forcément à un point où les approvisionnements énergétiques redeviennent la préoccupation primordiale d'un monde en expansion.

Pour ce qui est des autres options énergétiques, le Canada devrait aussi rapidement que possible se tourner vers l'exploitation de la biomasse (les matières carbonifères d'origine végétale ou animale, à l'exclusion des combustibles fossiles). Sous certaines réserves, la biomasse forestière ou cellulosique occupera une place

ficult to gauge today. Our conjecture is that geothermal energy will be a substantial contributor to Canada's energy system in the twenty-first century.

Wind energy will be a modest contributor in Canada's future energy mix. In according it this secondary importance domestically, we nonetheless see a substantial opportunity for Canada to develop an exportable wind energy technology. Unless seized upon quickly though, this opportunity will be lost since other nations are developing this technology as well.

Beyond saying that electricity should not be generated through the combustion of fossil fuels, the Committee is not able to state what methods will be used to produce the bulk of Canada's electric power in the next century. Obviously Canada will continue to develop its hydraulic resources but, equally clearly, hydro-electricity can satisfy only a part of future needs. Solar radiation will be exploited for electric power production but we see that use coming in specialized applications or settings. (The principal contribution of solar power will probably be in the supply of low-grade domestic, commercial and industrial heat.) Nuclear power, by means of the fission process or perhaps ultimately through the fusion reaction, is capable of providing electricity on an indefinitely large scale. Exploiting nuclear energy, however, is one of the more contentious political issues of today and whether or not Canada utilizes this source in a major way in the twenty-first century is a question which goes well beyond that of the adequacy of supply.

Recent discussions on energy matters in the industrialized nations have frequently been concerned with the relative merits of two policy paths. The *hard energy path* is described as a high-energy, nuclear, centralized and electricity-dependent route; the *soft energy path* is presented as a lower-energy, nuclear-free, decentralized and less electrified route. The Committee regrets this structuring of the debate into one characterized by only two choices — a "soft" or a "hard" energy alternative. It is misleading to the public to suggest that there is only one obviously correct path for Canada's complex energy system to follow, or to suggest that our energy future must be selected on an either/or basis. We do not debate the fact that the world's energy requirements must ultimately be met from sustainable sources. What is debatable are which sources will be exploited and to what extent, the length of time the restructuring of our energy system will require, and the route by which that restructuring will be achieved. These are highly complicated matters and their resolution will only be made more difficult by pursuing the debate in simplistic terms. Canada's energy choices will in part be governed by opportunity and in some cases by necessity. We must keep in mind too that Canada has a huge investment in its existing energy system, an investment from which the country will have to obtain as much return as possible. It is therefore our conclusion that Canada's energy system will be a mix of hard and soft technologies combined with a blend of centralized and decentralized sources as far as we can see into the future.

There will nevertheless be a fundamental recasting of our national energy system, the foundation for which will be laid over the next two or three decades. During this transitional phase, natural gas, coal, hydro-electricity and nuclear-electricity will be exploited on a larger scale than today, both because of projects presently under construction and because Canada must emphasize some of these sources in progressively reducing its dependence upon petroleum. The increased importance of natural gas and coal will be transient, however, and the significance of these commodities will in turn diminish in the next century as alternative forms of energy are brought into wider use.

Society can tolerate the increased use of some energy commodities over a limited period of time even if it is not prepared to exploit certain energy forms indefinitely. Canada can, for example, promote a technology such as fluidized bed combustion to reduce the environmental repercussions of burning coal. But the Committee is not prepared to recommend that coal be the central element of a Canadian energy system fifty years from now. As already indicated, we believe that the environmental price would become larger than society should be asked to pay. For parallel reasons we do not recommend the completely unrestricted use of biomass as a source of energy in the future. We have concluded that the environmental implications of such exploitation are not adequately understood.

It is one thing to say that Canada has a broad range of energy opportunities and that we should get on with the job of pursuing them. It is quite another matter to ascertain whether or not this country actually has the means and the will to capitalize upon these opportunities. Canada has not demonstrated that it possesses the research and development capability to accomplish a basic restructuring of its energy system. Canadians have not yet indicated that they are willing to pay the cost of pursuing new energy options to commercialization, and Canada's resources of professional and skilled manpower are not so extensive that one can be complacent about our ability to get the job done. In short, the Committee considers that Canada is not adequately prepared to accomplish what Canadians are now beginning to agree should be done.

We do not lay the blame for this unreadiness at the feet of Canada's scientists and engineers — indeed, the Committee was frequently impressed with what is being accomplished with meagre resources. We do fault the management and sometimes erratic support of R&D in this country. The energy initiatives put forward in this

importante dans l'évolution de système énergétique du Canada, surtout dans le domaine des approvisionnements en carburants. Par la suite, bien que la biomasse continuera de constituer une importante source énergétique, son importance *relative* devrait décliner pour des raisons environnementales et parce qu'il faudra consacrer une part croissante des ressources agricoles à l'alimentation d'une population terrestre de plus en plus nombreuse. Le Comité estime donc que l'énergie extraite de la biomasse devrait jouer l'essentiel de son rôle dans les quelques dizaines d'années à venir.

L'énergie géothermique, la chaleur naturelle de la planète, occupe une place beaucoup plus incertaine sur l'échiquier énergétique. Dans ce siècle, cette forme d'énergie n'aura guère d'influence au Canada. Au siècle suivant toutefois, son potentiel sera fonction du succès des nouvelles conceptions de son exploitation, cet élément étant pour l'instant délicat à analyser. Il nous semble malgré tout que cette énergie formera une part substantielle de notre filière énergétique au 21e siècle.

L'énergie éolienne, pour sa part, n'entrera que peu dans la composition du futur cocktail énergétique du pays; le fait que nous ne lui accordions qu'une importance secondaire à l'échelle nationale ne nous empêche toutefois pas de croire que le Canada se trouve bien placé pour élaborer une technologie éolienne exportable. Il faudra rapidement profiter de cette possibilité car d'autres pays progressent également vers la maîtrise de cette technologie.

Hormis la certitude que l'électricité ne doit pas être produite en brûlant des combustibles fossiles, le Comité ne peut guère soutenir quoi que ce soit quant aux méthodes de production de l'électricité du pays au siècle prochain. S'il est clair que le Canada devra poursuivre la mise en valeur de ses ressources hydrauliques, il est tout aussi manifeste que l'hydro-électricité ne saurait satisfaire qu'une partie de nos besoins futurs. Le rayonnement solaire servira à produire de l'électricité mais sans doute uniquement dans le cadre d'applications spécialisées ou en des points géographiques particuliers. (La contribution principale de l'énergie solaire sera probablement cantonnée à l'utilisation de cette énergie peu concentrée pour le chauffage domestique, commercial et industriel). Le nucléaire, que ce soit grâce à la fission ou peut-être ultérieurement grâce à la fusion, permet de produire de l'électricité à aussi grande échelle qu'on le désire. Il s'agit là cependant d'un des problèmes politiques les plus délicats de notre époque et déterminer si le Canada fera du nucléaire un de ses atouts énergétiques fondamentaux constitue une question dont la portée dépasse largement celle de la suffisance des approvisionnements.

Les discussions qui ont eu lieu ces dernières années dans les pays industrialisés sur les questions énergétiques ont principalement porté sur les mérites relatifs de deux politiques possibles. L'une, ce que l'on appelle la «*voie de l'énergie dure*», est décrite comme une option de grande utilisation énergétique, de nucléarisation, de centralisation et de dépendance d'une importante production électrique. L'autre, qualifiée de «*voie de l'énergie douce*», suppose une limitation des besoins énergétiques, le renoncement au nucléaire, une décentralisation et une moindre dépendance de l'électricité. Le Comité déplore cette structuration du débat en une alternative, c'est-à-dire l'obligation de choisir entre l'énergie «douce» et «dure». Il est trompeur pour le public de suggérer qu'un seul cheminement est manifestement adapté au complexe système énergétique du Canada ou encore que notre avenir énergétique doit faire l'objet d'un choix aussi tranché entre l'une et l'autre. Nous ne discutons pas le fait que les besoins énergétiques mondiaux devront en définitive être satisfaits par des ressources durables. Nous estimons par contre qu'il faut étudier quelles sources doivent être exploitées et dans quelle mesure, quelle sera la durée de la restructuration de notre système énergétique et comment on peut réaliser cette restructuration. Il s'agit là de problèmes extrêmement difficiles à résoudre que l'on complique encore davantage en poursuivant le débat en des termes simplistes. Les choix énergétiques du Canada dépendront en partie des possibilités offertes et en certains cas de la nécessité du moment. Il nous faut aussi nous souvenir que le Canada a investi des sommes énormes dans le système actuel et que le pays doit tirer le plus de bénéfices possibles de cet investissement. Nous en concluons donc que le futur système énergétique du Canada sera, aussi loin que nous pouvons prévoir, formée de technologies douces aussi bien que dures, combinées à un ensemble de sources centralisées et décentralisées.

Notre infrastructure énergétique nationale devra néanmoins subir une refonte fondamentale dont l'essentiel devra être réalisé au cours des vingt ou trente prochaines années. Durant cette phase de transition, on exploitera le gaz naturel, le charbon, l'hydro-électricité et l'électricité nucléaire à beaucoup plus grande échelle qu'à l'heure actuelle, à la fois du fait de projets actuellement en cours de réalisation et parce que le Canada doit mettre l'accent sur certaines de ces sources afin de réduire progressivement sa dépendance du pétrole. Cette augmentation de l'importance du gaz naturel et du charbon sera toutefois passagère et l'utilisation de ces denrées diminuera au siècle prochain à mesure que des formes d'énergie de remplacement deviendront plus répandues.

La société peut tolérer un usage croissant de certaines denrées énergétiques pour une période limitée même si elle n'est pas préparée à exploiter indéfiniment certaines formes d'énergie. Le Canada peut, par exemple, promouvoir une technologie telle que celle de la combustion sur lit fluidisé afin de réduire les répercus-

Report add up to a major effort in restructuring our national energy system — we do not think it can be accomplished given the way energy R&D is pursued in Canada today. Canada's unimpressive record in commercializing the fruits of research is another cause for concern. Simply calling for more funds for alternative energy development will not be sufficient.

The Committee has therefore concluded that a new approach to managing development in the alternative energy sector is required. We recommend that a Ministry of State for Alternative Energy and Conservation be established under the Ministry of Energy, Mines and Resources. We further recommend that the new alternative energy corporation, Canertech, report to the proposed Minister of State when it becomes an independent Crown corporation. To promote the broad development of hydrogen as an energy currency in Canada, we recommend that a Canadian Hydrogen Commission be established, also reporting to the proposed Minister of State.

Canada is not in an energy crisis. The Committee does, however, feel a strong sense of urgency about changing energy policy for a number of reasons, not the least of which is Canada's vulnerability to external developments in the petroleum sector (a vulnerability which could lead to an "oil crisis"). We further feel a sense of urgency because Canada is being left behind in the alternative energy field even though it has a lot to offer and in some new technologies holds a temporary advantage. Canada must respond to the alternative energy challenge more quickly or be placed in the paradoxical position of having a wealth of energy potential but a shortage of energy options because of a failure to capitalize upon that potential.

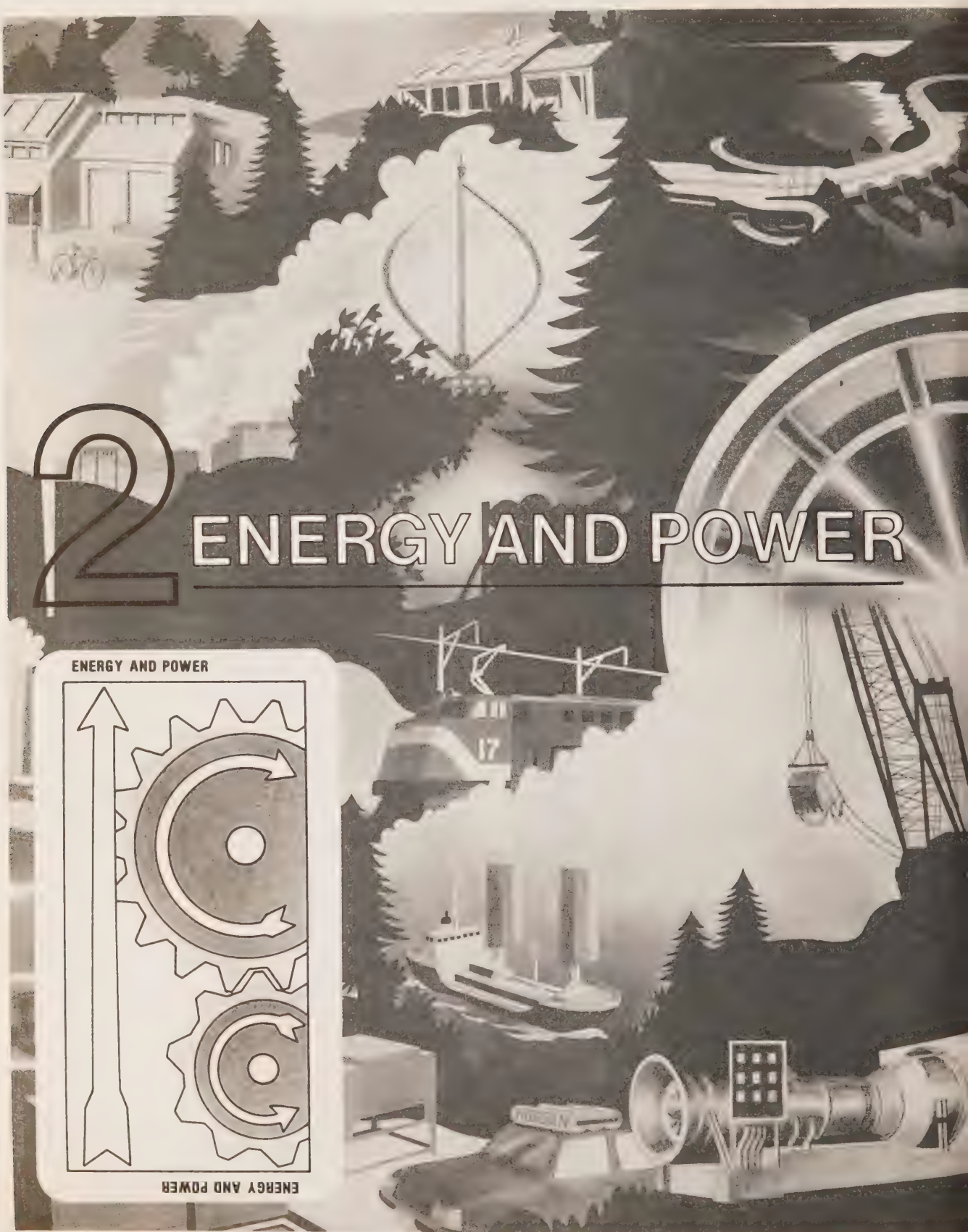
sions environnementales de la combustion du charbon. Le Comité n'est toutefois pas prêt à recommander que, dans cinquante ans d'ici, le charbon constitue l'élément central du système énergétique canadien. Comme nous l'avons déjà indiqué, nous croyons que le prix environnemental serait supérieur à ce que l'on devrait demander à la société de payer. Pour des raisons similaires, nous ne recommandons pas qu'à l'avenir on ait recours sans aucune restriction à la biomasse comme source d'énergie. Nous avons conclu à ce sujet que les conséquences environnementales d'une telle exploitation ne sont pas adéquatement comprises.

C'est une chose que d'affirmer que le Canada dispose d'une vaste gamme de possibilités énergétiques et que nous devrions nous attaquer à leur mise en valeur mais c'est un tout autre problème que de s'efforcer de déterminer si ce pays a ou non effectivement les moyens et la volonté de profiter de ces possibilités. Le Canada n'a pas fait la preuve qu'il dispose des capacités de recherche et de développement nécessaires à une restructuration fondamentale de son système énergétique. Les Canadiens n'ont pas encore indiqué qu'ils sont prêts à assumer le coût de la mise en œuvre commerciale de nouvelles options énergétiques et les ressources en main-d'œuvre professionnelle et qualifiée du Canada ne sont pas telles que l'on puisse s'endormir sur la certitude de mener le travail à bien. En bref, le Comité considère que le Canada n'est pas suffisamment préparé à accomplir les tâches dont les Canadiens commencent à admettre la nécessité.

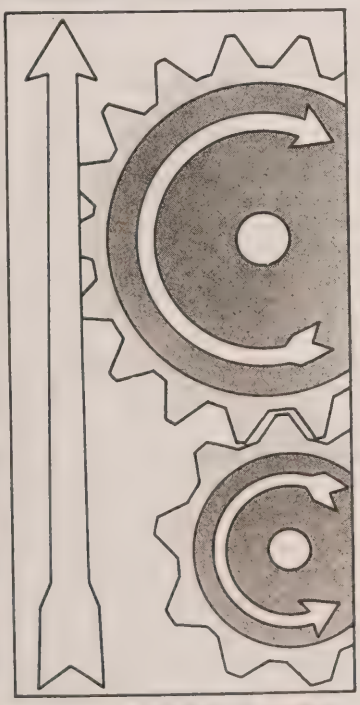
Nous ne faisons pas reposer le blâme de ce manque de préparation sur les épaules des scientifiques et ingénieurs canadiens; en fait, le Comité a fréquemment été impressionné par les résultats accomplis avec de maigres ressources. Nous en attribuons toutefois la responsabilité à la gestion et au soutien quelquefois incohérent de la recherche et du développement dans ce pays. En somme, les initiatives énergétiques mises de l'avant dans ce rapport constituent un effort d'envergure de restructuration de notre filière énergétique nationale. Nous ne croyons toutefois pas que l'on puisse réaliser cet objectif de la manière dont on traite la recherche et le développement en énergie au Canada à l'heure actuelle. Le Canada ne peut guère se vanter des résultats de la commercialisation des fruits des recherches qui sont menées dans ce pays. Il ne suffira pas simplement de réclamer davantage de fonds pour la mise en exploitation d'énergie de remplacement.

Le Comité a donc conclu qu'il est nécessaire d'adopter une nouvelle approche de la gestion du développement du secteur des énergies de remplacement. Nous recommandons qu'un ministère d'État aux énergies de remplacement et à la conservation soit créé sous la tutelle du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources. Nous recommandons de plus que la nouvelle société d'énergie de remplacement, Canertech, fasse rapport au titulaire du ministère d'État proposé lorsqu'elle deviendra une Société de la couronne indépendante. Nous recommandons par ailleurs, afin d'assurer la promotion du développement général de l'hydrogène en tant que source énergétique au Canada, la création d'une commission canadienne de l'hydrogène qui dépendra également du ministre d'État proposé.

Le Canada ne vit pas dans un état de crise énergétique. Le Comité estime toutefois qu'il est urgent de changer de politique pour diverses raisons; la vulnérabilité du Canada aux événements externes dans le secteur du pétrole (une vulnérabilité qui pourrait mener à une «crise pétrolière») n'est pas la moindre. Nous ressentons une urgence car le Canada est actuellement dépanné dans le domaine des énergies de remplacement même si notre pays a beaucoup à offrir et qu'il détient un avantage temporaire dans certaines technologies nouvelles. C'est avec rapidité que le Canada doit faire face au défi des énergies de remplacement car autrement il se trouvera placé dans la position paradoxale de disposer d'un important potentiel énergétique et subir une pénurie d'options énergétiques parce que l'on a par trop négligé ce potentiel.


2
ENERGY AND POWER
ENERGY AND POWER
ENERGY AND POWER

2 ENERGIE ET PUISSANCE



Energy and Power

Man does not understand what energy is despite the fact that it is intrinsic to every part of his environment. We learn in school that energy represents the ability to do work, that literally nothing can be accomplished without the expenditure of energy and that energy exists in a variety of forms which can be characterized by mathematical formulae. We discover that it can be described as gravitational potential energy, elastic energy, radiant energy, heat energy and so forth, but we cannot state what energy actually *is*.

While this state of affairs may seem disconcerting, it does not represent any difficulty in what we are considering here. The United States could not have put a man on the moon if accomplishing that feat had meant understanding the force of gravity. What was required was a mathematical expression describing the action of gravity so that the proper flightpath of the Apollo spacecraft could be computed. Since Isaac Newton had obliged NASA by formulating his law of gravitation nearly three centuries earlier, that lack of understanding was not a barrier to success.

So it is with our study. We need only to understand the behaviour of energy in its various manifestations. Man has learned, for example, that energy is conserved; it is neither created nor destroyed in being transformed from one type to another. Thus, while we speak loosely of "consuming" energy, we really mean that we are *exploiting* it for some purpose. An important result of this law of nature — the law of energy conservation — is that one unit of measurement can therefore be used to quantify all forms of energy. In the SI (Système International) scheme of measurement being adopted in Canada, that unit is the *joule*. The reader is referred to Appendix A of this Report for a discussion of units and conversion factors.

Another fundamental energy relationship concerns the direction which energy transformations take. Exploiting energy invariably results in changing it to a less useful form. (This idea of the "usefulness" of various forms of energy is dealt with in a branch of physics known as thermodynamics — a subject which we need only touch upon here.) Although the concept is subtle, it has been well expressed by the American scientist M.K. Hubbert.

The Equivalence of Energy and Mass

A profound extension to the law of conservation of energy was provided by Albert Einstein who showed theoretically that there is an equivalence between energy and mass. This equivalence was embodied in his famous equation: energy equals mass multiplied by the square of the velocity of light ($E = mc^2$). Einstein's equation is normally applied in circumstances which are far beyond man's everyday range of experience and only becomes relevant, for example, in examining the subject of nuclear energy.

We recognize that life on Earth is sustained by the output of an immense fusion reactor — the sun. Solar radiation dominates all other forms of energy delivered into the Earth's surface environment and that energy is the product of hydrogen nuclei fusing within the sun's core, in a process which converts mass into energy.

> ...not only is energy continuously transformed from one form to another in processes occurring on the earth, but these transformations occur irreversibly from a form of higher availability to one of lower availability. During the process the energy, while not destroyed, is progressively degraded in terms of its potential usefulness, and finally ends up as heat at the lowest environmental temperature. From this state there is nowhere else for the energy to go except by low-temperature, long-wavelength thermal radiation into the still colder regions of outer space. (Hubbert, 1974, p. 8)

Expressing the idea another way, there is no such thing as a perpetual motion machine because there are energy losses in any process.

In many situations we are interested in measuring how fast energy is being or can be delivered, for example at a power station. Power refers to the rate at which energy is being dissipated or converted. Since all types of energy are measurable in joules, it follows that the rates of all types of energy transformations are measurable in a common unit and the SI unit of power is the *watt*. One watt is defined as the delivery of one joule of energy per second. A 500 megawatt electrical generat-

Énergie et puissance

L'homme ne comprend pas ce qu'est l'énergie bien qu'elle soit présente partout dans son environnement. Nous apprenons à l'école que l'énergie représente l'aptitude à fournir un travail, que strictement rien ne peut être fait sans dépense d'énergie et que celle-ci existe sous une variété de formes que l'on peut caractériser par des formules mathématiques. Nous apprenons qu'il est possible de la définir comme l'énergie potentielle de la pesanteur, l'énergie élastique, l'énergie rayonnante, l'énergie thermique, etc., mais nous ne pouvons pas exprimer ce *qu'est* vraiment l'énergie.

Si cela peut sembler déconcertant, cela ne nuira en rien à nos considérations. Les États-Unis n'auraient jamais pu envoyer un homme sur la Lune si pour ce faire, il leur avait fallu comprendre la gravité. Ce qui leur fallait, c'était une expression mathématique pour décrire l'action de la gravité afin de pouvoir calculer la trajectoire de l'engin spatial Appolo. Comme Isaac Newton avait eu l'obligeance de formuler sa loi de l'attraction universelle près de trois siècles plus tôt, ce manque de compréhension n'a pas nui au succès de la NASA.

Il est en de même pour notre étude. Il nous suffit en effet de comprendre le comportement de l'énergie sous ses diverses manifestations. L'homme a par exemple appris que l'énergie se conserve, qu'elle n'est ni créée, ni détruite quand elle se transforme d'un type à un autre. Ainsi, quand nous disons que nous «consommons» de l'énergie, nous voulons dire en fait que nous l'*exploitons* dans un but ou un autre. Un important résultat de cette loi de la nature, la loi de la conservation de l'énergie, est qu'une seule unité de mesure peut servir à quantifier toutes les formes d'énergie. Dans le Système international (SI) de mesures adopté au Canada, cette unité est le *joule*. Le lecteur est invité à se reporter à l'Annexe A du présent rapport où il trouvera une discussion des unités et des facteurs de conversion.

Un autre rapport fondamental concerne la direction que prend la transformation d'énergie. En exploitant de l'énergie, on la transforme invariablement en une forme moins utile. (Cette idée d'«utilité» des diverses formes d'énergie est le sujet d'une branche de la physique appelée thermodynamique, sujet que nous ne ferons qu'effleurer ici.) Bien que cette notion soit assez subtile, elle a été exprimée fort bien par le savant américain M. K. Hubbert.

> ...non seulement l'énergie est-elle continuellement transformée d'une forme à une autre dans des processus qui se produisent sur terre, mais ces transformations se produisent de façon irréversible, d'une forme plus disponible à une forme moins disponible. Durant le processus, l'énergie n'est pas détruite mais se détériore progressivement en termes de son utilité potentielle et se retrouve éventuellement sous forme de chaleur à la température ambiante la plus basse. A partir de cet état, l'énergie ne peut plus aller que dans les régions encore plus froides de l'espace extra-atmosphérique, par rayonnement thermique à ondes longues et à faible température. (Hubbert, 1974, p. 8)

En exprimant la même idée d'une autre façon, la machine à mouvement perpétuel n'existe pas parce qu'il y a des pertes d'énergie en cours de route.

Dans de nombreux cas, nous voulons mesurer la rapidité avec laquelle l'énergie est fournie ou peut être fournie, par exemple à une centrale. La puissance se réfère au taux de dissipation ou de conversion de l'éner-

L'équivalence de l'énergie et de la masse

Albert Einstein a mené encore plus loin la loi de la conservation de l'énergie en montrant théoriquement qu'il y a équivalence entre l'énergie et la masse. Cette équivalence est exprimée dans sa fameuse équation: $E = mc^2$ (énergie = masse X carré de la vitesse de la lumière). L'équation d'Einstein est normalement appliquée dans des circonstances qui dépassent de loin l'expérience quotidienne de l'homme et ne devient pertinente que quand on examine, par exemple, le sujet de l'énergie nucléaire.

On reconnaît que la vie sur Terre est entretenue par la production d'un immense réacteur à fusion nucléaire, le Soleil. Le rayonnement solaire domine toutes les autres formes d'énergie que reçoit la surface de la Terre et cette énergie est le produit de la fusion des noyaux d'hydrogène au cœur du Soleil, dans un processus qui convertit la masse en énergie.

Measuring Energy and Power

In the science of mechanics, energy was originally defined in terms of work, which is the product of a force acting through a distance. In SI notation, the unit of energy is the joule and is defined as a force of 1 newton acting through a distance of 1 metre, or

1 joule = 1 newton-metre.

Other forms of energy such as heat were originally considered to be independent quantities and thus independent units of measurement were defined to quantify them. Now that we know that the various forms of energy are equivalent, however, we can use conversion factors to go from one type of measurement to another. Before the SI scheme was adopted, the energy content of such commodities as crude oil, petroleum products, natural gas and coal was normally expressed in British thermal units (Btu) while quantities of electrical energy were described in kilowatthours (kWh). The appropriate energy conversion factors are

1 Btu = 1,054 joules = 1.054 kilojoules, and

1 kWh = 3,600,000 joules = 3.6 megajoules.

Power is a measure of how fast energy is being or can be delivered. Thus power equals energy divided by time. The SI unit of power is the watt, which is defined as

$$1 \text{ watt} = \frac{1 \text{ joule}}{1 \text{ second}}.$$

When work is being done at the rate of 1 joule per second, the power involved is 1 watt. Since all types of energy are measurable in joules, the *rates* of all types of energy transformations are measurable in watts. In the past, power was typically expressed in Btu per hour, watts or horsepower, so we require the power conversions

1 Btu per hour = 0.293 watt, and

1 horsepower = 746 watts.

When power is generated at a constant rate, the amount of energy produced in a given time is

energy = power x time.

In other words, 1 joule = 1 watt-second. To take a familiar example, we pay our electricity bills on the basis of the number of kilowatthours of electrical energy we have used over the billing period. To calculate the energy represented by one kilowatthour, we multiply power by time, or

1 kWh = 1,000 watts x 3,600 seconds (in one hour)

= 3,600,000 watt-seconds

= 3.6 megajoules.

ing station is one which is capable of delivering 500 million watts of electrical power.

Since the joule and the watt are small measures of energy and power, we will be working with multiples of these units. Five prefixes in the SI scheme cover most of the quantities used in this Report, as shown in the following examples.

SI PREFIX	SYMBOL	VALUE	EXAMPLE
kilo	k	10^3 (thousand)	kilovolts (kV)
mega	M	10^6 (million)	megatonnes (Mt)
giga	G	10^9 (billion)	gigawatthours (GWh)
tera	T	10^{12} (trillion)	terawatts (TW)
peta	P	10^{15} (quadrillion)	petajoules (PJ)

If the reader will keep in mind these five multipliers, then he will understand references to an electrical transmission line in kilovolts, to Canada's annual coal production in megatonnes, to Quebec's sale of electrical energy to the United States in gigawatthours, to world electrical generating capacity in terawatts, and to Canadian energy demand in petajoules.

Let us now consider the Earth's natural energy budget or the manner in which energy flows through our planet's surface environment. Since we are looking at rates of energy flow, we are concerned with measuring power. And, because the amounts of power involved are very large, the unit which we will employ is the terawatt (10^{12} watts or trillions of watts).

Energy inputs to our environment come from three sources: (1) solar radiation intercepted by the Earth; (2) tidal energy derived from the combined gravitational fields of the moon and sun; and (3) geothermal (or terrestrial) energy reaching the Earth's surface from its hot interior. Energy losses from the Earth can be considered in one of two categories. First, approximately 30% of the incoming solar radiation is directly reflected by the atmosphere into space as short-wave radiation. Second, the remaining solar energy, together with the geothermal and tidal energy, undergoes a sequence of irreversible degradations in our environment, reaching an end stage as heat at the lowest local temperature. In this state it is radiated from the Earth into space as long-wave thermal radiation.

Figure 2-1 is a generalized representation of the energy flow through the Earth's surface environment. As can be seen from the illustration, solar radiation dominates this flow, being estimated at a power of 174,000 x 10^{12} watts. The terrestrial energy flow is more than three orders of magnitude smaller at an estimated power of 32 x 10^{12} watts. Even smaller is the input of tidal energy at 3 x 10^{12} watts. In other words, the relative power inputs in units of terrawatts are:

solar radiation	174,000
geothermal power	32
tidal power	3

Mesure de l'énergie et de la puissance

En mécanique, on a tout d'abord défini l'énergie en termes de travail, c'est-à-dire le produit d'une force sur une distance. Dans le SI, l'unité d'énergie est le joule qui est défini comme la force d'un newton agissant sur une distance d'un mètre, ou

1 joule = 1 newton-mètre

A l'origine, on a considéré que d'autres formes d'énergie comme la chaleur étaient des quantités indépendantes et on a donc défini des unités de mesures distinctes pour les quantifier mais, maintenant que nous savons que les diverses formes d'énergie sont équivalentes, nous pouvons utiliser des facteurs de conversion pour passer d'un type de mesure à un autre. Avant l'adoption du Système international, la teneur énergétique de produits comme le pétrole brut, les produits du pétrole, le gaz naturel et le charbon s'exprimait normalement en British thermal units (Btu) alors que les quantités d'énergie électrique étaient mesurées en kilowatts-heures (kWh). Les facteurs de conversion sont les suivants:

1 Btu = 1,054 joules = 1.054 kilojoule, et

1 kWh = 3,600,000 joules = 3.6 mégajoules.

La puissance mesure la rapidité avec laquelle l'énergie est fournie ou peut être fournie. Par conséquent, la puissance est égale à l'énergie, divisée par le temps. Dans le SI, l'unité de puissance est le watt.

$$1 \text{ watt} = \frac{1 \text{ joule}}{1 \text{ seconde}}$$

Quand on fournit du travail au rythme de 1 joule par seconde, la puissance est d'un watt. Comme on peut mesurer tous les types d'énergie en joules, on peut également mesurer les taux de tous les types de transformation d'énergie en watts. Par le passé, on exprimait normalement la puissance en Btu/heure, en watts ou en chevaux. Il nous faut donc les conversions de puissance suivantes:

1 Btu/heure = 0.293 watt, et

1 cheval = 746 watts.

Quand la puissance est produite à un taux constant, la quantité d'énergie produite en un temps donné est la suivante:

énergie = puissance X temps.

Autrement dit, 1 joule = 1 watt-seconde. Pour prendre un exemple familier, nous payons nos factures d'électricité en fonction du nombre de kilowattheures d'énergie électrique que nous avons utilisés au cours de la période de facturation. Pour calculer l'énergie représentée par un kilowattheure, il faut multiplier la puissance par le temps, c'est-à-dire:

1kWh = 1,000 watts X 3,600 secondes (en une heure)

= 3,600,000 wattsecondes

= 3.6 mégajoules

gie. Comme on peut mesurer tous les types d'énergie en joules, il s'ensuit qu'on peut mesurer les taux de tous les types de transformation d'énergie à l'aide d'une même unité. Dans le SI, cette unité de puissance est le *watt*. Le watt est la puissance d'un joule d'énergie par seconde. Une centrale de 500 mégawatts est une centrale qui peut fournir 500 millions de watts d'énergie électrique.

Comme le joule et le watt sont de petites mesures d'énergie et de puissance, nous utiliserons des multiples de ces unités. Dans le SI, cinq préfixes suffisent pour la presque totalité des quantités d'énergie dont il sera question dans notre rapport, ainsi que l'illustrent les exemples suivants.

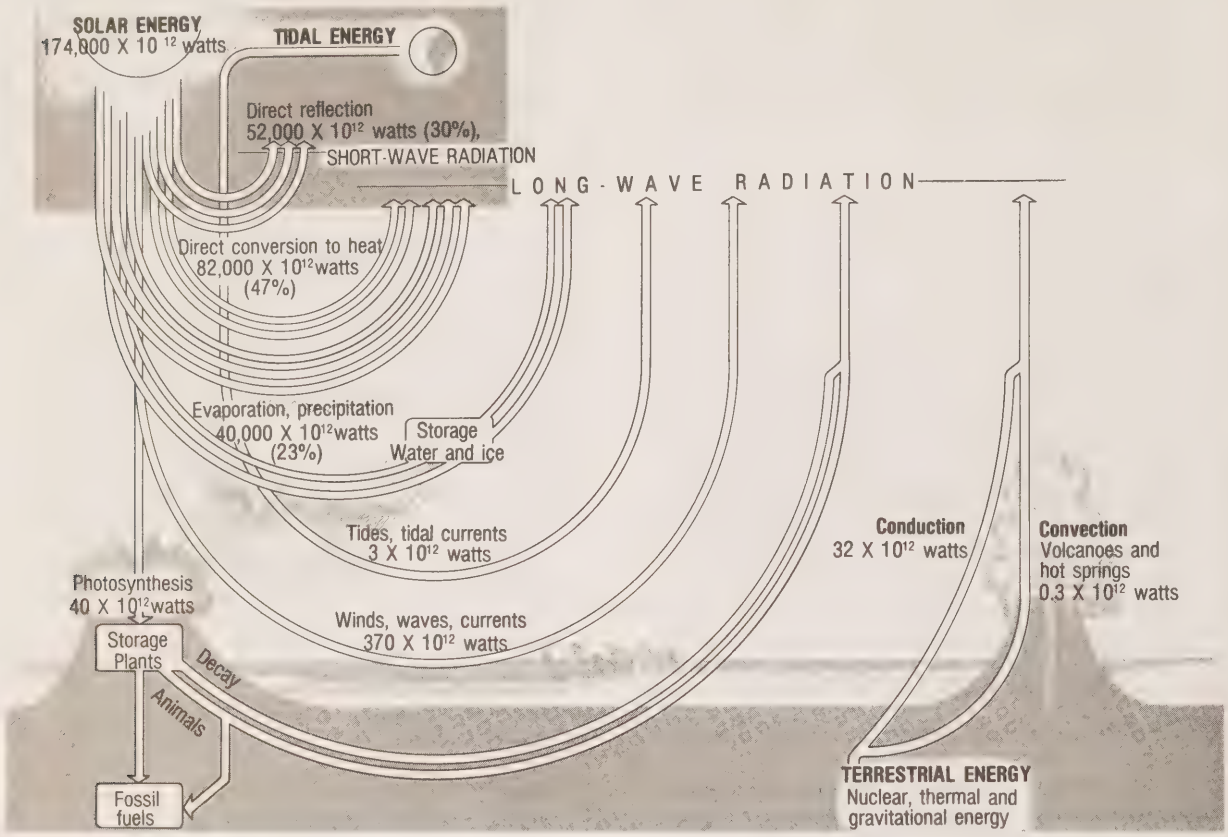
PRÉFIXES SI	SYMBOLE	VALEUR	EXEMPLE
kilo	k	10^3 (millier)	kilovolts (kV)
méga	M	10^6 (million)	mégatonnes (Mt)
giga	G	10^9 (milliard)	gigawatts-heures (GWH)
téra	T	10^{12} (billion)	térawatts (TW)
péta	P	10^{15} (mille billions)	pétajoules (PJ)

Si le lecteur se souvient de ces cinq multiples, il comprendra ce que l'on entend lorsque l'on parle de kilovolts pour une ligne de transmission électrique, de mégatonnes pour la production annuelle de charbon du Canada, de gigawatts-heures pour la vente d'énergie électrique par le Québec aux États-Unis, de térawatts pour la capacité mondiale de production d'électricité et de pétajoules pour la demande d'énergie du Canada.

Penchons-nous maintenant sur le budget énergétique naturel de la Terre, c'est-à-dire la façon dont l'énergie traverse l'environnement superficiel de notre planète. Comme le sujet de notre examen est le taux du flux de l'énergie, nous mesurons une puissance et comme les quantités de puissance en question sont très grandes, nous utiliserons comme unité le térawatt (10^{12} watts ou billion de watts).

Les apports d'énergie à notre environnement proviennent de trois sources: (1) le rayonnement solaire intercepté par la Terre; (2) l'énergie des marées dérivée

Figure 2-1: THE EARTH'S ENERGY BUDGET



Source: After Hubbert, 1974, p. 11.

By a huge margin, the largest source of energy available to the Earth is sunshine.

The obvious question then is how does this natural flow compare with society's energy needs? Accepting the estimate that the annual global demand for primary energy now exceeds 300 exajoules (300 x 10^{18} joules), we can roughly calculate that man is today converting energy for his own use at an average rate of nearly 10 x 10^{12} watts, or 10 terawatts. Clearly the world is not running out of energy in any absolute sense. *What is in question is the continuing availability of inexpensive, easily accessible energy in forms that society finds environmentally acceptable and convenient to use.*

Man has the following options to derive the energy required to sustain his society. He can intercept the energy continuously and inexhaustibly flowing through his natural environment as outlined in Figure 2-1; he can continue to draw upon the finite amount of energy stored in fossil fuels; or he can convert mass into energy via the processes of nuclear fission and, potentially, nuclear fusion.

Turning from nature to the flow of energy in an industrial society such as Canada's, we find it necessary to consider energy at several stages of use. Energy commodities at the point of production are referred to as *primary energy*. Crude oil, raw natural gas, coal, hydro-electricity and nuclear-electricity are the familiar primary energy commodities in Canada. Hydro-electricity and nuclear-electricity are used directly by consumers, as is most of Canada's natural gas production. Some primary energy is converted into other forms before being consumed. Petroleum products, electricity derived from the combustion of coal, oil or gas, and coke produced from coal are examples of primary energy conversions.

Energy delivered to the point of use is typically referred to as *secondary energy* or *end-use energy*. Since energy is invariably consumed in conversions and transmission or transportation, the secondary energy supply in a region or country is necessarily smaller than the primary energy supply (apart from energy imports, exports and changes in stocks).

des champs de gravitation de la Lune et du Soleil; et (3) l'énergie géothermique (ou terrestre) provenant de l'intérieur chaud de la Terre et atteignant la surface. Les pertes d'énergie de la Terre peuvent se classer en deux catégories. En premier lieu, environ 30 % des rayons du Soleil sont réfléchis directement par l'atmosphère dans l'espace sous forme de rayonnement à ondes courtes. En deuxième lieu, le reste de l'énergie solaire, ainsi que l'énergie des marées et l'énergie géothermique, subissent une série de dégradations irréversibles dans notre environnement, pour finir comme chaleur aux plus basses températures locales. Sous cette forme, elle rayonne de la Terre vers l'espace sous forme de rayonnement thermique à ondes longues.

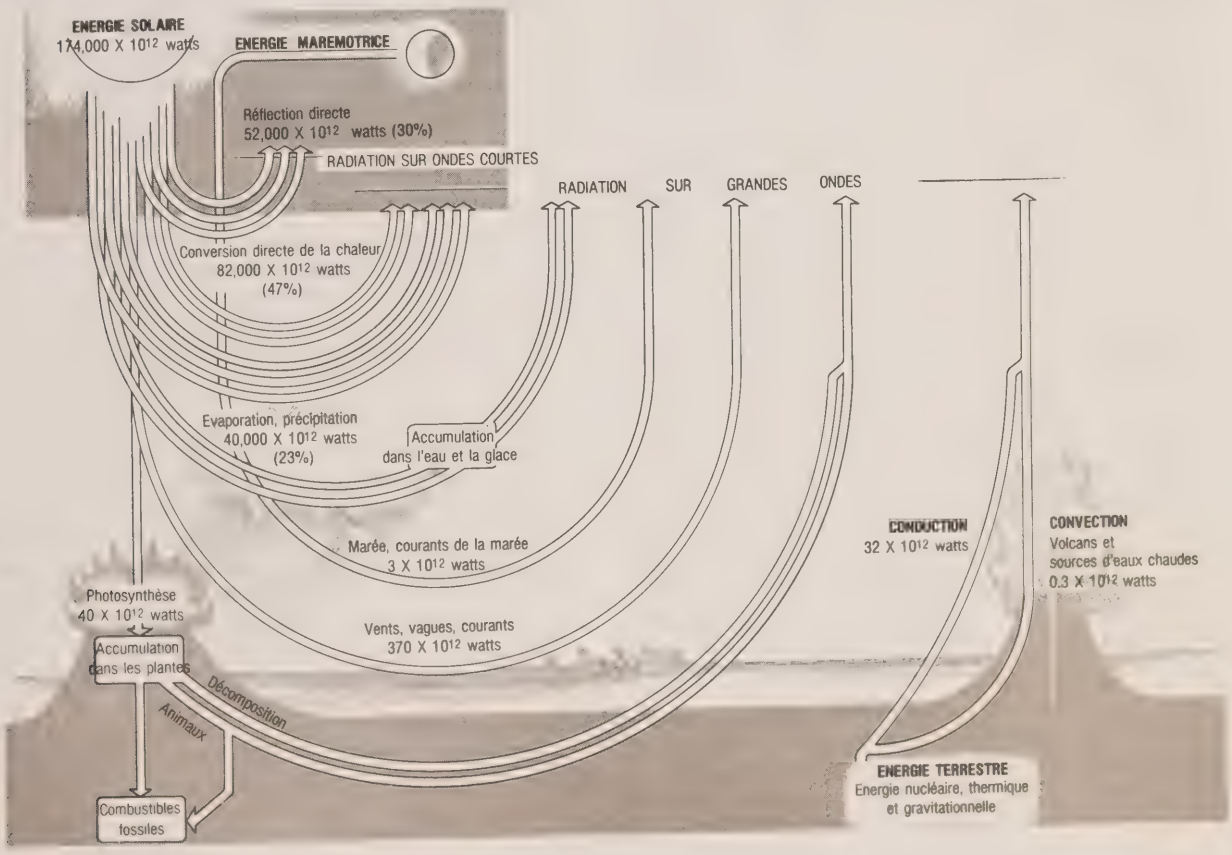
La Figure 2-1 représente de façon très générale ce flux énergétique à travers l'environnement superficiel de la Terre. Comme le montre cette illustration, le rayonnement solaire domine ce flux que l'on estime représenter une puissance de 174,000 X 10^{12} watts. Le flux d'énergie terrestre est considérablement plus petit avec une puissance estimée à 32 X 10^{12} watts. L'apport de l'énergie des marées n'est, lui, que de 3 X 10^{12} watts. Autrement dit, en térawatts, les apports de puissance relatifs sont les suivants:

rayonnement solaire	174,000
énergie géothermique	32
énergie des marées	3

La plus grande source d'énergie dont dispose la Terre est donc, de loin, l'ensoleillement.

On peut alors se demander comment ce flux naturel se compare aux besoins énergétiques de la société. Si l'on accepte que, selon les estimations, la demande globale annuelle d'énergie primaire dépasse maintenant 300 exajoules (300 X 10^{18} joules), on peut calculer rapidement que l'homme convertit aujourd'hui l'énergie pour ses propres besoins à un rythme moyen qui se rapproche de 10 térawatts (10 X 10^{12} watts). Il est donc clair que le monde n'est pas en train d'épuiser l'énergie dans l'absolu. *Le problème qui se pose, c'est de savoir*

Figure 2-1: LE BUDGET ÉNERGÉTIQUE DE LA TERRE



Source: D'après Hubbert, 1974, p. 11.

Some workers carry the accounting a step further to the level of *tertiary energy,* the energy which actually performs useful work at the point of application. For example, electricity consumed in a home is utilized in part to provide lighting. The efficiency of a light bulb in converting electricity into radiant energy (light) is normally less than 5%. Thus the secondary energy delivered to the light bulb results in a conversion to useful work, or tertiary energy, of only a few per cent. In a contrasting illustration, electricity used in home heating is almost 100% efficient in the conversion of electrical to thermal energy; in this application the secondary and tertiary energy values are nearly equal.

If one wants to account for the actual work accomplished in our society from the beginning to the end of the energy system, then it is necessary to consider energy consumption at the tertiary level. In this Report, however, we will only be taking energy demand to the level of secondary energy, or the point of end use.

A complication arises in the accounting process for electrical energy. At a modern, thermal-electric generating station, approximately three units of heat are required to manufacture one unit of electricity (that is, the efficiency of energy conversion is 35% or less). At a hydro-electric station, the energy contained in the falling water may be converted into electricity with an efficiency in excess of 90%. How then should a country value electrical energy — by its true energy content (3,600 kilojoules to the kilowatthour), or by the quantity of thermal energy required to generate it at a thermal-electric station (approximately 10,500 kilojoules to the kilowatthour)? If one adopts the higher energy value for all electrical generation including hydro, as is EMR's custom, then one calculates that hydro-electricity supplies nearly 25% of Canada's primary energy. Using the true energy value for electricity, one finds that hydro-electricity only represents about 11% of primary energy production.

We have chosen in this Report to value hydro-electricity by its true energy content. Thus our values for Canada's total energy consumption will be lower than EMR's figures and hydro-electricity will be accorded a smaller share of Canada's primary energy mix. We have decided to use true energy values, based usually on Statistics Canada data, because we consider them to provide a clearer picture of our national energy system. Such differences in the reporting of energy statistics point out the need for care in using data from a variety of sources.

si la société continuera à disposer d'énergie peu coûteuse et facile d'accès sous des formes d'emploi commode et ne nuisant pas à l'environnement.

L'homme dispose donc de plusieurs options pour capter l'énergie dont la société a besoin. Il peut intercepter l'énergie qui passe continuellement dans son environnement naturel, comme l'indique la Figure 2-1; il peut continuer à exploiter les quantités finies d'énergie emmagasinées dans les combustibles fossiles; ou il peut convertir la masse en énergie à l'aide de la fission nucléaire et, le cas échéant de la fusion nucléaire.

Quand il s'agit d'envisager la création d'un flux énergétique à partir des ressources de la nature, dans le cas d'une société industrielle comme le Canada, nous constatons la nécessité de tenir compte de plusieurs stades d'utilisation de l'énergie. On entend par *énergie primaire* les produits énergétiques au point de production. Le pétrole et le gaz naturels bruts, le charbon, l'hydro-électricité et l'électricité nucléaire sont des produits énergétiques primaires bien connus au Canada. L'hydro-électricité et l'électricité nucléaire sont utilisées directement par les consommateurs, tout comme l'est la majeure partie du gaz naturel produit au Canada. Certains produits énergétiques primaires sont transformés en d'autres formes d'énergie avant d'être consommés. Les produits pétroliers, l'électricité provenant de la combustion du charbon, du pétrole ou du gaz, ainsi que le coke produit à partir du charbon, sont des exemples de la transformation de l'énergie primaire.

L'énergie livrée à l'utilisateur est précisément ce qu'on entend par *énergie secondaire* ou énergie livrée. Comme de l'énergie est invariablement consommée pour sa transformation, son transport ou sa transmission, l'alimentation d'une région ou d'un pays en énergie secondaire est nécessairement moins importante que l'alimentation en énergie primaire (hormis les cas d'importation et d'exportation d'énergie et celui des modifications de stocks).

Certains experts raffinent ce raisonnement en faisant intervenir un troisième stade, celui de l'*énergie tertiaire*, celle qui, en fait, effectue le travail utile là où celui-ci se réalise. C'est ainsi que l'électricité consommée dans un foyer sert en partie à l'éclairage. Le rendement d'une ampoule, en fait de transformation de l'électricité en énergie rayonnée, c'est-à-dire en lumière, est normalement inférieur à 5%. Ainsi, un faible pourcentage seulement de l'énergie secondaire servant à alimenter l'ampoule d'éclairage se transforme en travail utile, ou énergie tertiaire. L'électricité servant au chauffage domestique, pour prendre un exemple qui fait contraste, se transforme avec un rendement proche de 100% en énergie thermique; dans le cas de cette application, l'énergie secondaire et l'énergie tertiaire présentent des valeurs presque identiques.

Si l'on veut tenir compte du travail réellement accompli dans notre société du début à la fin du processus de captation d'énergie, c'est la consommation de l'énergie tertiaire qui doit être considérée. Dans notre rapport, toutefois nous ne tiendrons compte que des besoins en énergie secondaire, ou énergie livrée.

Le processus devient encore plus compliqué dans le cas de l'énergie électrique. Dans une centrale thermoélectrique moderne, il faut environ trois unités de chaleur pour produire une unité d'électricité (c'est-à-dire) que le coefficient d'efficacité de la conversion d'énergie est égal ou inférieur à 35%). Dans le cas d'une centrale hydroélectrique, on peut convertir en électricité l'énergie contenue dans l'eau qui tombe avec une efficacité de plus de 90%. Dans ces conditions, comment un pays doit-il évaluer l'énergie électrique — en fonction de sa vraie teneur énergétique (3,600 kilojoules au kilowattheure) ou en fonction de la quantité d'énergie thermique dont a besoin une centrale thermoélectrique pour la produire (environ 10,500 kilojoules au kilowattheure)? Si l'on adopte la valeur la plus élevée pour toute l'électricité produite, y compris l'hydroélectricité, comme le fait l'EMR, on peut calculer que l'hydroélectricité fournit près de 25% de l'énergie primaire du Canada. En prenant la vraie valeur énergétique de l'électricité, on trouve que l'hydroélectricité ne représente que 11% de la production d'énergie primaire.

Dans notre rapport, nous avons choisi d'évaluer l'hydroélectricité en fonction de sa teneur énegétique véritable. Aussi nos chiffres de la consommation totale d'énergie au Canada seront-ils inférieurs à ceux de l'EMR et l'hydroélectricité y aura-t-elle une part moins importante de l'énergie primaire du Canada. Nous avons décidé d'utiliser les vraies valeurs énergétiques, basées sur les données de Statistique Canada, parce qu'à notre avis elles présentent une image plus claire de notre système énergétique national. Ce genre de différences dans les statistiques sur l'énergie indique bien qu'il faut utiliser avec prudence les données provenant de sources variées.


3
CANADA'S ENERGY SYSTEM TODAY
OIL
OIL


3
SYSTÈME ÉNERGÉTIQUE CANADIEN D'AUJOURD'HUI
PETROLE
PETROLE

Canada's Energy System Today

An industrialized nation requires energy in various forms — gasoline, heating oil, diesel fuel, pipeline quality gas and electricity to name some of the most obvious ones. It also requires thermal energy over a broad range of temperatures, whether for taking a bath, operating a smelter or generating electricity. Given this spectrum of requirements or demands for "end-use energy", energy systems in the developed world have become quite complicated, especially since World War II. The complex web of energy sources, conversion devices, transmission systems, energy carriers or fuels, and energy-consuming devices or installations may be collectively referred to as the *national energy system.* Canada's energy system reaches into the most remote communities in the land and in the post-war period became such an integral part of our lives that we normally thought little about it.

But the 1970s were not normal times and we have been forced to reassess the manner in which our society uses energy. That reassessment has led to two basic conclusions: the rate of growth in the demand for energy in Canada must be decreased, and our energy system must ultimately be shifted from one dominated by fossil fuels to one which runs on sustainable sources of energy.

While it is easy to state that these changes must take place, it is quite another matter to determine the route by which this will be accomplished. This Report gives our vision of Canada's energy path to the future. To see where that path leads, we begin with where the system stands today.

Le système énergétique canadien d'aujourd'hui

Une nation industrialisée a besoin de diverses formes d'énergie dont les plus connues sont l'essence, le mazout, le carburant Diesel, le gaz répondant aux normes de transport par gazoduc et l'électricité. Une nation industrialisée a également besoin d'énergie thermique à des températures très diverses, qu'il s'agisse de prendre un bain, d'exploiter une fonderie ou de produire de l'électricité. En raison de cette vaste gamme de besoins ou de demandes d'énergie, les modes d'approvisionnement en énergie sont devenus extrêmement compliqués dans le monde industrialisé, particulièrement depuis la Seconde guerre mondiale. Cette trame complexe de sources énergétiques de dispositifs de conversion, d'infrastructures de transport, de porteurs d'énergie ou de combustibles et d'appareils et d'installations consommant de l'énergie peut constituer le *système énergétique national.* Celui du Canada atteint les collectivités les plus reculées du pays et, dans la période de l'après-guerre, est devenu une partie intégrante de notre vie, au point que généralement nous y pensons très peu.

Mais les années 1970 étaient proprement exceptionnelles et nous avons été contraints de réévaluer la manière dont notre société utilise aujourd'hui l'énergie et le fera à l'avenir. Cette réévaluation a abouti à deux conclusions fondamentales: le taux de croissance de la demande d'énergie au Canada doit être ralenti et nous devons modifier à la longue notre système énergétique pour qu'au lieu d'être dominé par les combustibles fossiles, il puisse être basé sur des sources d'énergie renouvelables.

S'il est facile de déclarer que ces changements doivent se produire dans le système énergétique du Canada, il est bien plus difficile de déterminer la voie que l'on doit suivre pour réaliser de tels changements. Dans notre rapport, nous indiquons ce que nous pensons être la filière énergétique que doit emprunter le Canada à l'avenir. Pour déterminer où elle aboutira, nous commencerons par la situation dans laquelle se trouve le système actuel.

Canada's Energy Use in a Global Context

Canadians have been called the world's worst energy gluttons. While this is not true in a strict sense, there being several countries which consume energy even more voraciously than we do on a per capita basis, Canada is so close to the top that this distinction is not particularly comforting. Figure 3-1 presents the per capita consumption of commercial energy in selected countries, based upon United Nations data.

If Canada's energy use is measured in terms of energy consumption per dollar of economic output (Gross Domestic Product), as is illustrated in Figure 5-5 in the chapter Energy and the Economy, the international comparison is equally distressing. Most other industrialized nations typically require only 60 to 80% as much energy to generate each dollar of Gross Domestic Product. How did Canada come to be in such an unfavourable position and what are the implications of this situation?

There are numerous factors which contribute to high energy/GDP ratios. For instance, the more energy-intensive industries there are forming a country's economic base, the higher the ratio of energy to GDP will be. In Canada we have many industries which fall into this category, including aluminum smelting, iron and steel production, cement manufacturing, petrochemical production and resource extraction, among others. Indeed, the energy extraction industries themselves are substantial energy consumers.

In addition to the industrial makeup of the Canadian economy, our cold climate and the resultant space heating load raises energy consumption still higher. The large distances over which goods must be transported and people must travel in this country dictate that our transportation sector will also be a major consumer of energy.

It could be argued though that many of the factors contributing to greater energy use in Canada also prevail in other countries, geographical extent excluded. This brings us to one of the most important factors governing Canada's energy consumption — the past availability of plentiful, cheap, domestic energy supplies. Canada is one of the richer countries in the world in terms of resources and over the years this comparative advantage has been an underlying factor in our social and industrial development. Consumers, for example, had little incentive to insulate homes thoroughly because buying more fuel oil was less expensive in the short run. In industry the cost of energy was low relative to other costs such as labour and capital and its efficient use was not an overriding factor in making decisions on processing or manufacturing options. It is largely because of this ready availability of inexpensive energy that Canadian energy demand has evolved to the state shown in Figure 3-1.

The dramatic price increases for oil on world markets in 1973-74 drove home the realization that our own reserves of conventional and inexpensive oil were being rapidly depleted. Consequently the magnitude of Canada's energy demand and the heavy dependence of our system upon petroleum became sources of concern. In the future Canada will clearly have to use energy more efficiently in the manufacturing sector if it is to maintain a competitive position in world markets. When choosing energy alternatives to replace oil, therefore, we must be mindful of the cost of the substitutes so as not to worsen our competitive position.

La consommation canadienne d'énergie dans le contexte mondial

On a dit que les Canadiens sont les plus grands consommateurs d'énergie au monde. Bien que cela ne soit pas strictement vrai, car il y a d'autres pays dont la consommation d'énergie par habitant est supérieure, le Canada se situe cependant si près du premier rang que la distinction n'est pas particulièrement réconfortante. La figure 3-1, basée sur les données des Nations Unies, présente la consommation d'énergie commerciale par habitant dans certains pays.

Si on mesure la consommation d'énergie du Canada par unité de production économique (Produit intérieur brut), une comparaison avec les autres pays est également inquiétante comme le montre la figure 5-5 dans le chapitre sur l'énergie et l'économie. La plupart des pays industrialisés ne consomment que 60 à 80% de l'énergie consommée par le Canada pour produire chaque unité de produit intérieur brut exprimée en termes monétaires. Comment le Canada est-il parvenu à une position aussi défavorable et quelles sont les implications d'une telle situation?

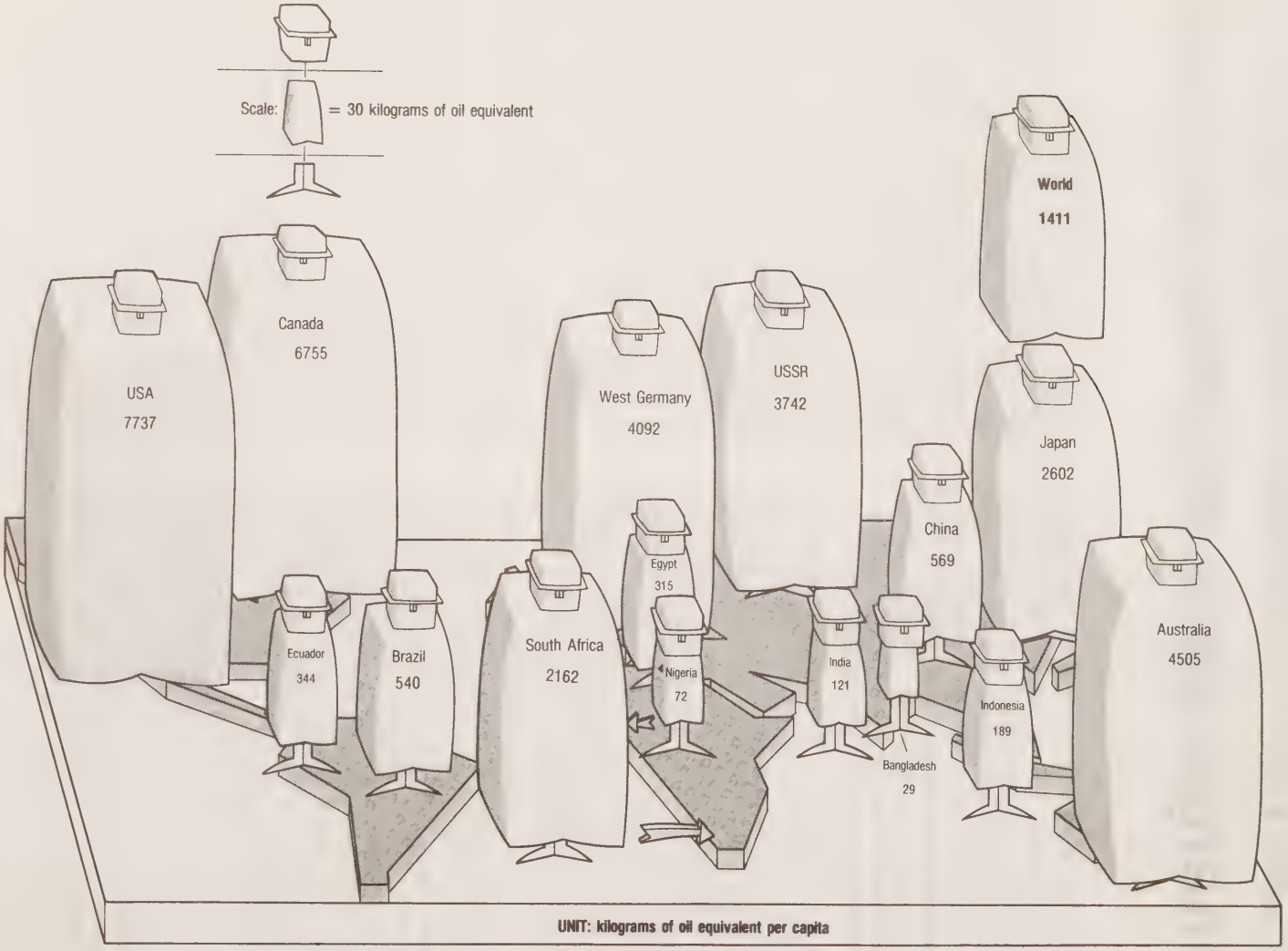
De nombreux facteurs contribuent à ce rapport élevé de la consommation d'énergie au PNB. Par exemple, plus il y a d'industries à forte consommation d'énergie dans le tissu économique d'un pays, plus le rapport consommation d'énergie/PNB est élevé. Au Canada, nous avons beaucoup d'industries de ce genre, notamment les industries de raffinage et de fonte de l'aluminium, les complexes sidérurgiques et pétrochimiques et l'industrie minière. Les industries d'exploitation des ressources énergétiques sont elles-mêmes d'importantes consommatrices d'énergie.

En plus de la structure industrielle de l'économie canadienne, il faut noter que la rigueur de notre climat et l'importance des besoins de chauffage augmentent la consommation d'énergie. Les distances considérables sur lesquelles les marchandises et les personnes doivent être transportées font que notre secteur des transports sera également un grand consommateur d'énergie.

On pourrait certes affirmer que plusieurs de ces facteurs contribuant à une forte consommation d'énergie au Canada se retrouvent dans d'autres pays. Cette remarque nous conduit à aborder l'un des facteurs les plus importants qui explique la consommation d'énergie du Canada; il s'agit de la disponibilité, dans le passé, de ressources énergétiques nationales abondantes et à bon marché. Le Canada est l'un des pays qui a le plus de ressources et, au cours des années, cet avantage comparatif a joué un rôle important dans notre développement social et industriel. Par exemple, les consommateurs étaient fort peu encouragés à isoler complètement leurs maisons parce qu'il était moins coûteux dans l'immédiat d'acheter davantage de mazout. Dans le secteur industriel, le coût de l'énergie était faible en comparaison d'autres coûts comme ceux de la main-d'œuvre et du capital de sorte que l'utilisation efficace de cette énergie ne constituait pas un facteur déterminant dans les prises de décision quant aux processus de transformation ou de fabrication. C'est largement en raison de la grande disponibilité d'énergie à bon marché que la demande énergétique au Canada a connu l'évolution que retrace la figure 3-1.

Les augmentations considérables des prix du pétrole sur le marché mondial dans les années 1973-74 ont obligé les Canadiens à comprendre que leurs réserves de combustibles classiques à bon marché étaient en voie d'épuisement. L'importance de la demande énergétique du Canada et la grande sujétion de notre économie au pétrole sont rapidement devenues des causes de préoccupation. A l'avenir, le Canada devra certainement améliorer le rapport actuel entre la demande énergétique et la production économique, si nous ne voulons pas céder davantage de terrain à nos concurrents sur les marchés mondiaux. Aussi, en choisissant des énergies de remplacement devant être substituées au pétrole, le Canada doit tenir compte du coût de ces solutions de remplacement de manière à éviter toute détérioration de sa position concurrentielle.

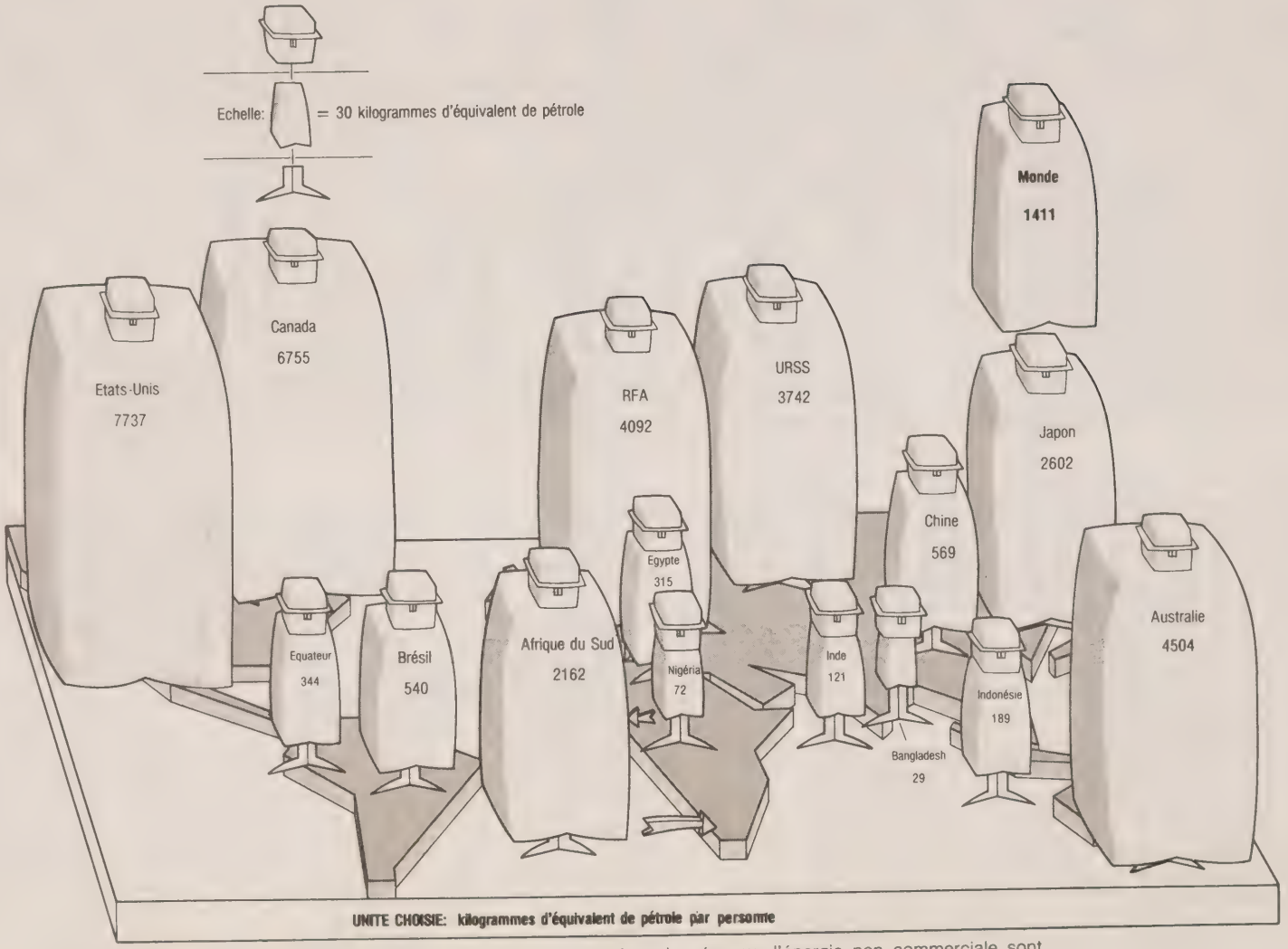
Figure 3-1: 1978 PER CAPITA CONSUMPTION OF COMMERCIAL [a] ENERGY IN 15 SELECTED COUNTRIES



[a] Commercial energy refers to energy which enters into trade. Data on non-commercial energy use are scarce and imprecise.

Source: After United Nations, 1980.

Figure 3-1: CONSOMMATION D'ÉNERGIE COMMERCIALE [a] PAR HABITANT EN 1978 DANS 15 PAYS



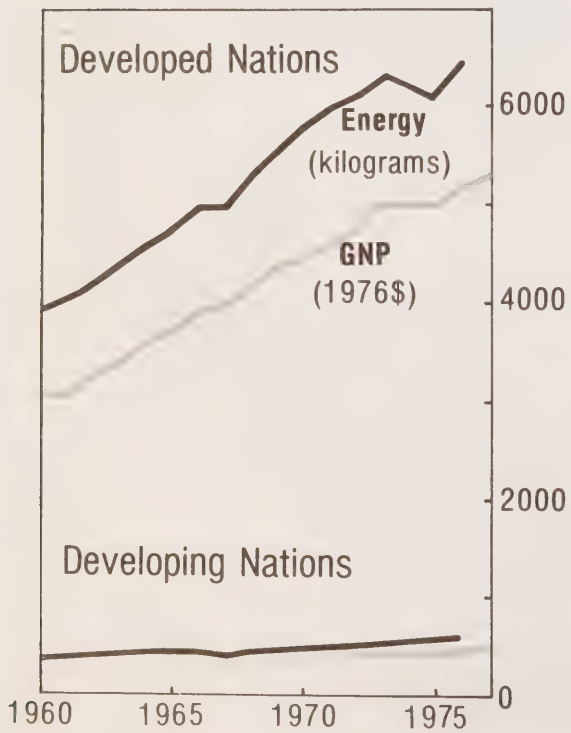
[a] L'énergie commerciale est l'énergie qui fait l'objet d'échanges. Les données sur l'énergie non commerciale sont limitées et imprécises.

Source: Adaptation des données des Nations Unies, 1980.

In a more general sense, the industrialized world must also be concerned with its need for energy relative to the developing world. Figure 3-2 shows very clearly that the gap in per capita energy demand between these two parts of global society has widened over the last two decades. At the same time, oil has risen to a dominant position in satisfying world requirements for energy (Figure 3-3). Industrialized nations, with their diversified energy systems, have better prospects for oil substitution than do developing countries which, as a group, depend even more heavily upon petroleum. It is apparent from this perspective that a much better balance must be achieved in the global use of energy, both regionally and by energy source.

The degree to which the distribution of energy consumption varies across the world's population is clearly indicated in Figure 3-4. The total demand for primary energy worldwide in 1975 was estimated at 8.2 terawatts, summed over the year (that is, 8.2 TW-years). The *rate* of energy consumption in a world then populated by almost four billion people therefore averaged out

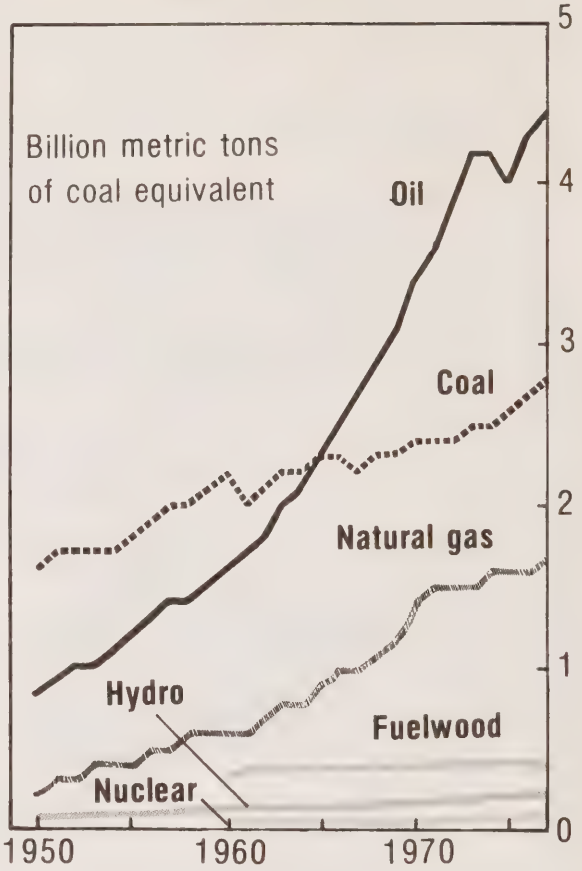
Figure 3-2: PER CAPITA GNP AND DEMAND FOR ENERGY IN THE DEVELOPED AND DEVELOPING NATIONS, 1960-1977



Note: Per capita demand for energy is measured in kilograms of coal equivalent per person.

Source: Sivard, 1979, p. 11.

Figure 3-3: WORLD PRODUCTION OF PRIMARY ENERGY, 1950-1977



Source: Sivard, 1979, p. 7.

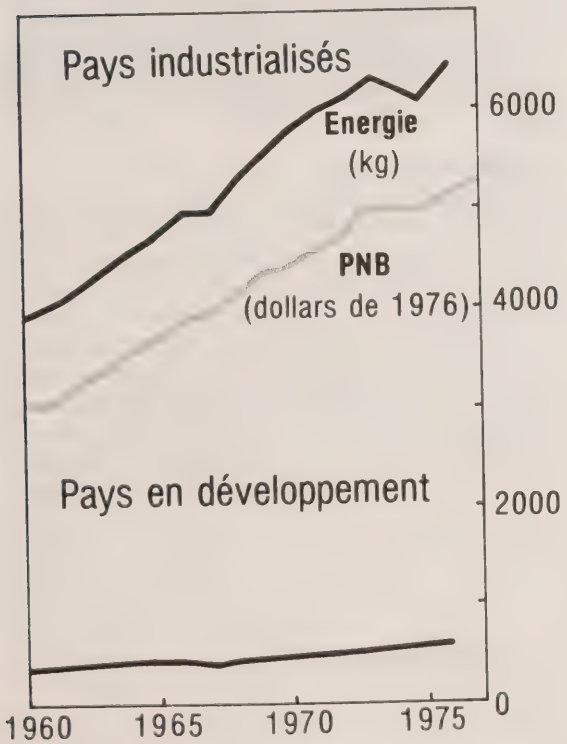
to about 2.1 kilowatts per person. As one can see from Figure 3-4, however, the top 5% of the world's population consumed energy at an average rate of more than 10 kilowatts per person, while the bottom 50% displayed an average rate of energy consumption of less than a kilowatt per capita.

The world's population is presently estimated to be growing at a rate of very nearly 2% per year, sufficient to double it in 35 years. Even allowing for some slackening in the rate of growth, man's numbers appear almost certain to be about 50% larger in the year 2000 than they are today. And most of that expansion will occur in regions amongst the lowest in per capita energy use today. Thus the concern with conserving energy in the developed world is not shared by the majority of the world's people. Just to maintain the present per capita use of energy over the coming 20 years will require increasing the global supply of energy by more than 50%. There is no conceivable way in which the conser-

Sur un plan plus général, le monde industrialisé doit également tenir compte des besoins en énergie des pays en voie de développement. La figure 3-2 montre très clairement que l'écart quant à la demande énergétique par habitant entre les deux composantes de la communauté internationale s'est élargi au cours des vingt dernières années. Dans le même temps, le pétrole est devenu le principal combustible permettant de répondre aux besoins énergétiques du monde (figure 3-3). Grâce à leurs systèmes énergétiques diversifiés, les nations industrialisées pourront plus facilement remplacer le pétrole que ne le pourront les pays en voie de développement qui, dans l'ensemble, dépendent encore plus fortement du pétrole. Dans ce contexte, il est indéniable qu'il faut réduire le déséquilibre existant dans la consommation globale d'énergie, tant entre les régions qu'entre les sources d'énergie.

La figure 3-4 montre nettement la mesure dans laquelle la consommation d'énergie se répartit au sein de la population mondiale. On estime qu'en 1975 la

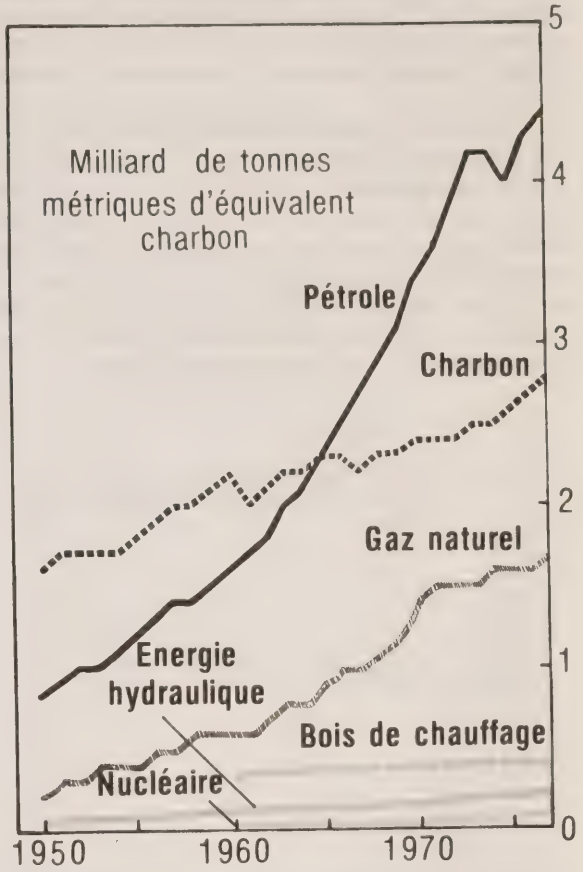
Figure 3-2: PNB PAR HABITANT ET DEMANDE D'ÉNERGIE DANS LES PAYS DÉVELOPPÉS ET LES PAYS EN VOIE DE DÉVELOPPEMENT 1960-1977



Nota Demande énergétique par habitant mesurée en kilogramme d'équivalence de charbon par habitant.

Source: Sivard, 1979, p. 11.

Figure 3-3: PRODUCTION MONDIALE D'ÉNERGIE PRIMAIRE 1950-1977



Source: Sivard, 1979, p. 7.

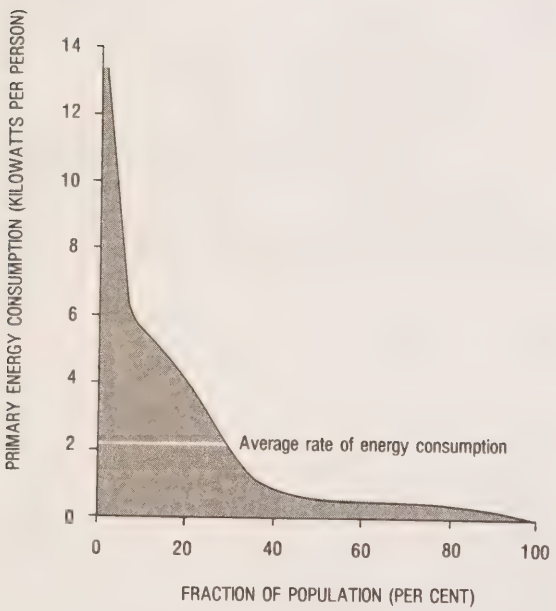
demande mondiale d'énergie primaire a été de 8.2 téra-watts pendant une année (c'est-à-dire 8.2 TW-an). Le monde étant alors peuplé de près de quatre milliards d'habitants, le taux de consommation moyen d'énergie a donc été de 2.1 kilowatts par personne. Comme le montre la figure 3-4, les 5% de la population mondiale les plus favorisés ont consommé en moyenne au rythme de 10 kilowatts par personne, alors que 50% de cette population moins d'un kilowatt par tête.

On estime que la population mondiale croît actuellement à un rythme très proche de 2% par an, suffisant pour que cette population double en 35 ans. Même en tenant compte d'une éventuelle diminution du taux de croissance démographique il est à peu près certain que la population mondiale aura augmenté d'environ 50% d'ici à l'an 2000, cet accroissement devant être surtout le fait des régions qui, aujourd'hui consomment le moins d'énergie par tête d'habitant. Aussi le souci des pays développés de conserver l'énergie n'est-il pas partagé

vation of energy in industrialized society can approach the requirement for new energy supplies in the developing world just to offset population growth. Consequently, for most of mankind, the dominant issue in energy affairs is increasing the supply of energy at an affordable cost.

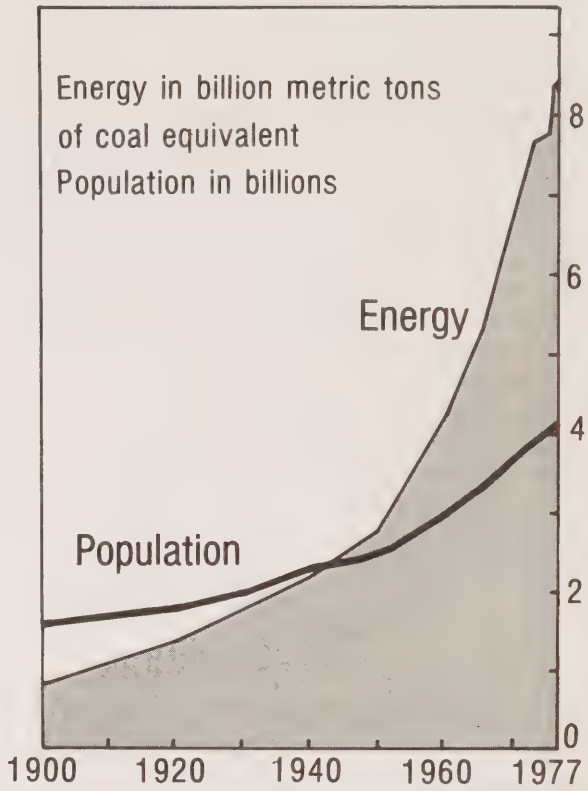
To close this brief review of the world energy scene, we compare twentieth century rates of growth in population and energy demand (Figure 3-5). Since 1950 the world has witnessed an extraordinary phenomenon: while observers were expressing alarm over man's burgeoning numbers in the post-war period, the demand for energy was escalating at a rate approaching *four times* that of the population. This is indeed a remarkable (but transient) period in man's tenure of this planet.

Figure 3-4: GLOBAL DISTRIBUTION OF PRIMARY ENERGY CONSUMPTION IN 1975



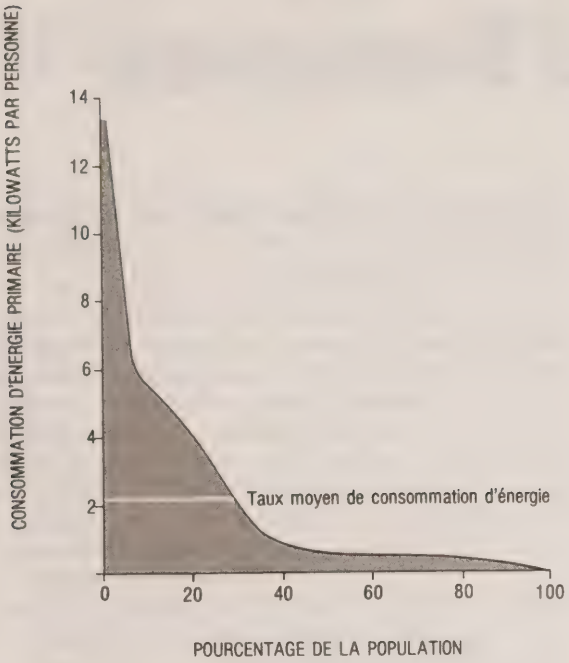
Source: Sassin, 1980, p. 120.

Figure 3-5: THE GROWTH IN WORLD POPULATION AND ENERGY DEMAND, 1900-1977



Source: Sivard, 1979, p. 6.

Figure 3-4: RÉPARTITION GLOBALE DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE EN 1975

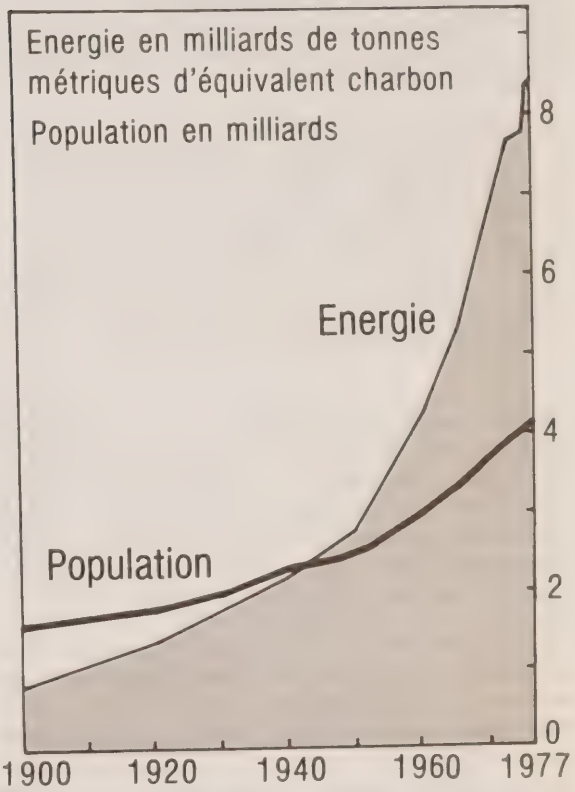


Source: Sassin, 1980, p. 120.

par la majorité des peuples. Il faudrait, simplement pour maintenir pendant les 20 prochaines années le rythme actuel de consommation d'énergie par tête d'habitant, que notre planète augmente sa production de plus de 50%. On ne saurait, dans le monde industrialisé, concevoir aucun moyen de conservation de l'énergie capable de suppléer tant soit peu les besoins que le monde en voie de développement aura à satisfaire compte tenu de sa croissance démographique. Pour la majeure partie de l'humanité, le problème qui se pose avec acuité dans le domaine de l'énergie est donc celui d'en augmenter la production à un prix abordable.

Pour conclure ce bref aperçu de la scène énergétique mondiale, nous avons comparé les taux de croissance de la population et de la demande énergétique au vingtième siècle (Figure 3-5). Depuis 1950, le monde assiste à un phénomène extraordinaire: alors qu'on s'alarmait de la croissance démographique dans l'après-guerre, la demande énergétique grimpait tout près de *quatre fois* plus vite. Voilà bien une période remarquable (mais éphémère) de l'occupation de notre planète par l'homme.

Figure 3-5: CROISSANCE DE LA POPULATION ET DE LA DEMANDE ÉNERGÉTIQUE DANS LE MONDE, 1900-1977



Source: Sivard, 1979, p. 6.

Conventional Energy Resources and Reserves

1. THE RESOURCE/RESERVE SPECTRUM

To understand what is meant by energy availability in Canada requires an appreciation of the terms *reserves* and *resources*. Consider the following quote from the 1926 *Book of Popular Science* which reflected a widely held view of the time:

> ...it is apparent that the supply of petroleum will soon be exhausted, and even now gasoline is becoming expensive. New and advanced methods of production may add to our supply somewhat, but unless new oil fields are discovered, the end of this commodity is not far off. We must look elsewhere for fuel for automobiles. Distillates from vegetable products can be made that will work well in gas engines and the hope of the future appears to lie in this direction. *(The Book of Popular Science,* Grolier, N.Y., 1926, p. 570)

The authors further predicted that the automobile was destined to play a diminishing role in American life, with the horse returning to a well-deserved position of prominence. The statement contains elements of fact as true in 1981 as they were in 1926, but the erroneous conclusion was based on a misinterpretation (or ignorance) of the distinction between reserves in the ground and ultimately recoverable resources.

Any estimate of a country's natural energy resources — be they petroleum, forests, or wind energy — must specify cost criteria and a time frame for exploitation unless we are speaking of an ultimate "resource base", a concept which has little application in any practical sense. It is apparent, then, that meaningful long-term forecasts of resource availability cannot be made because the course of technological advance, politics and economic policy is unpredictable.

Figure 3-6 provides a framework within which any natural resource can be categorized. Although its usefulness is biased towards "nonrenewables" such as petroleum, natural gas, coal and uranium, one can see how the spectrum of potential hydro-electric generation sites or biomass energy production schemes, to give two examples, could be assigned places on an adaptation of the diagram. Looking at natural gas for instance, it is apparent that all such deposits can be assigned to one or another quadrant of the figure, with currently-producing fields belonging to the "reserves" quadrant. Other gas resources are either known and uneconomic, or undiscovered, whether economic or not.

The missing dimension in the diagram is that of time. As time progresses, the positions of all deposits plotted on the graph tend to move towards the "extraction and processing" arrow: subeconomic resources become economic; undiscovered resources are discovered and eventually become economic. Nevertheless, the path taken by a specific deposit over time may be a tortuous one. What factors cause resources to become reserves or, conversely, cause former reserves to become subeconomic? The principal reasons are shifting consumption patterns, the release or formation of stockpiles, and changing government policies — all three factors tend to be interrelated.

It is important to bear in mind two constraints upon the reserve and resource estimates presented here. First, reserve estimates apply only to present economic conditions. Second, supply and demand projections, while useful, are highly speculative beyond the short term. A third consideration relates to physical limitations upon the rate of delivery of a resource — the fact that a reserve is present in large quantity by no means guarantees that it is or will be producible at a rate sufficient to meet demand. The creation of a new oil sands plant, for example, can easily require a decade from conception of the project to the first production of synthetic crude oil, and limitations on capital and manpower availability could force a slower rate of development than might otherwise be desired. Even a producing deposit is subject to rate-related constraints — crude oil is extractable from a reservoir at a rate determined by the viscosity of the oil, the characteristics of the reservoir rocks and well spacing.

2. HYDROCARBON RESOURCES

Hydrocarbons are organic compounds consisting of carbon and hydrogen, and these compounds may exist as gases, liquids or solids. Crude oil, natural gas and coal are essentially mixtures of hydrocarbons of varying degrees of complexity and containing varying amounts of impurities such as sulphur.

Ressources et réserves d'énergie classique

1. L'ÉVENTAIL DES RESSOURCES ET DES RÉSERVES

Pour comprendre ce que signifie disponibilité énergétique au Canada, le lecteur doit tout d'abord se pencher sur le sens des mots *réserves et ressources*. Considérons la citation suivante tirée du *Book of Popular Science* (1926) qui illustre une opinion largement répandue à l'époque:

> ...apparemment les réserves de pétrole seront bientôt épuisées et dès maintenant le coût de l'essence est à la hausse. Grâce à des méthodes de production nouvelles et perfectionnées, nous pouvons augmenter quelque peu le volume de nos provisions mais, si d'autres gisements pétroliers ne sont pas découverts, l'épuisement de ce produit de consommation ne tardera pas à se manifester. Nous devons trouver d'autres carburants pour les automobiles. La distillation des produits végétaux peut donner des carburants adaptables aux moteurs à essence; c'est dans cette voie qu'il faut s'engager pour trouver des promesses d'avenir. (*The Book of Popular Science,* Grolier, N.Y., 1926, p. 570)

Les auteurs ont prédit par ailleurs que l'automobile devrait avoir un rôle de moins en moins important dans la vie américaine et que le cheval regagnerait le rang prééminent qu'il mérite bien. Les données matérielles de cette déclaration sont aussi vraies en 1981 qu'elles l'étaient en 1926, mais la conclusion erronée à laquelle les auteurs avaient abouti se fondait sur une mésinterprétation (ou sur une ignorance) de la distinction qui s'impose entre réserves se trouvant dans les profondeurs de la terre et ressources récupérables en dernière instance.

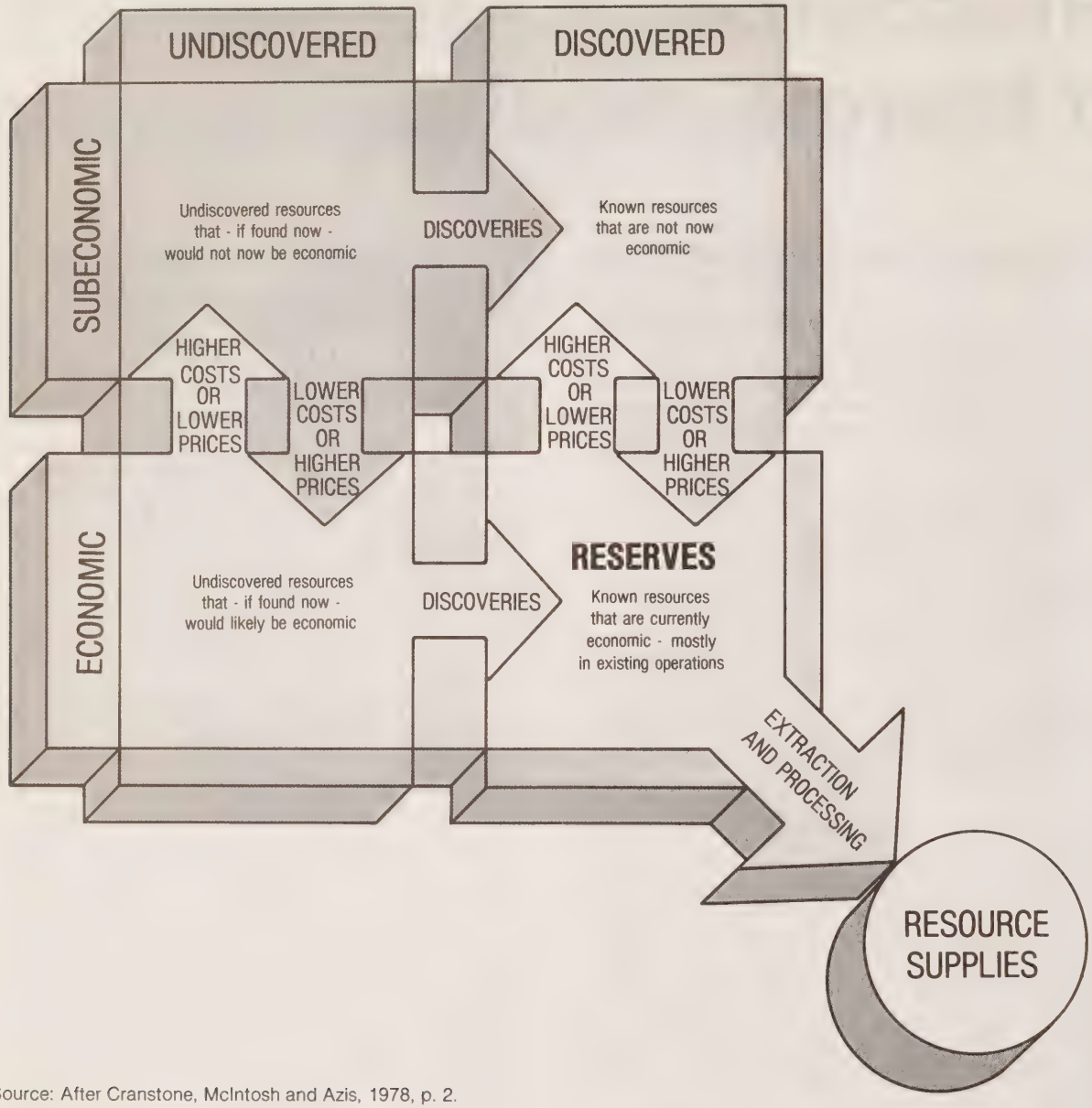
Toute évaluation des ressources énergétiques naturelles d'un pays, qu'il s'agisse de pétrole, de produits forestiers ou d'énergie éolienne, doit tenir compte des critères de coût et de durée possible d'exploitation, à moins qu'il ne s'agisse en l'occurrence d'une base de ressources ultime, notion qui n'a que peu d'applications au plan pratique. Il est dès lors évident que des prévisions significatives à long terme des ressources disponibles ne peuvent être formulées parce qu'il nous est impossible de prédire le cheminement du progrès technologique, l'évolution de la politique et les mesures économiques qui seront appliquées.

La figure 3-6 nous offre un cadre dans lequel on peut situer n'importe quelle catégorie de ressources naturelles. Bien que l'utilisation de ce diagramme soit axée sur les ressources «non renouvelables» telles que le pétrole, le gaz naturel, le charbon et l'uranium, il est possible d'entrevoir dans quelle mesure les processus de production hydro-électrique ou d'exploitation énergétique de la biomasse, pour n'en citer que deux, peuvent y être situés moyennant quelques légers remaniements. En prenant comme exemple le cas du gaz naturel, il est clair que tous les gisements peuvent être assignés à l'un ou l'autre quadrant de la figure, les champs de gaz actuellement exploités étant assignés au quadrant «réserves». Les autres gisements de gaz sont soit découverts et non économiques soit non découverts; dans ce dernier cas, on ignore évidemment leur rentabilité.

La dimension qui manque dans ce diagramme est celle du temps. Avec le temps, les positions de tous les gisements localisés sur le schéma tendent à évoluer vers la flèche «extraction et traitement»; les ressources non économiques le deviennent économiques, les ressources non découvertes le sont découvertes et en fin de compte deviennent économiques. Toutefois, l'itinéraire suivi par un gisement spécifique au fil des années peut avoir une allure tortueuse. Par le jeu de quels facteurs les ressources deviennent-elles des réserves ou, réciproquement, d'anciennes réserves deviennent-elles non économiques? Les principales raisons, toutes interdépendantes, sont la modification des normes de consommation, l'écoulement ou la constitution de stocks de réserve et la modification des politiques gouvernementales.

Il est important de ne pas perdre de vue deux contraintes qui s'exercent sur les estimations relatives aux réserves et aux ressources présentées ici. Tout d'abord, les estimations relatives aux réserves ne sont valides que dans le contexte des conditions économiques actuelles. D'autre part, les projections relatives à l'offre et à la demande, tout en étant utiles, sont hautement conjecturelles au-delà du court terme. Il existe un troisième facteur à prendre en considération: il concerne les contraintes physiques exercées sur le rythme de fourniture des ressources. Le fait qu'une réserve existe en grande quantité ne garantit nullement que cette

Figure 3-6: THE FLOW OF RESOURCES OVER TIME



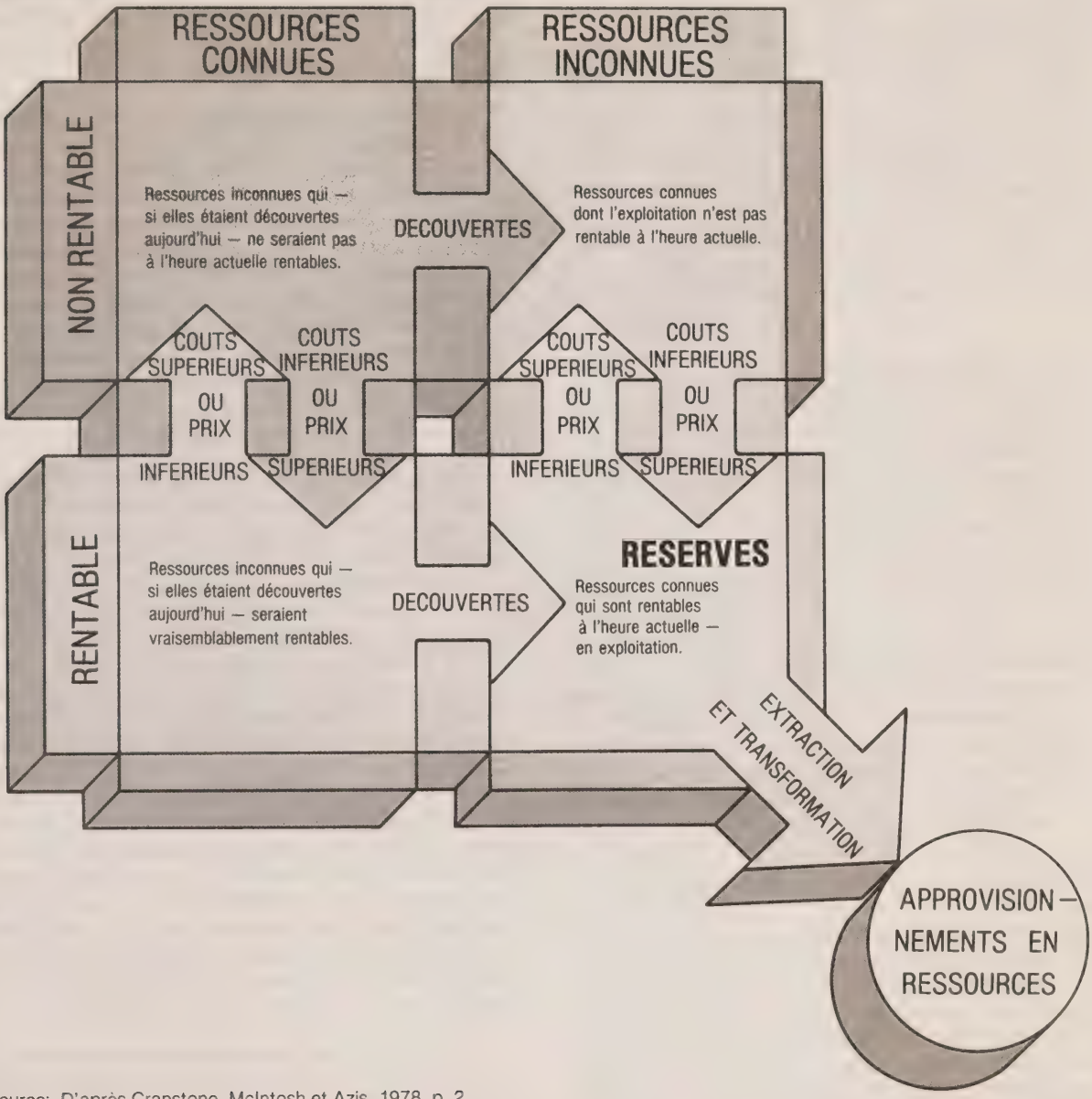
Source: After Cranstone, McIntosh and Azis, 1978, p. 2.

A. LIQUID HYDROCARBONS

For the purpose of this discussion the term *liquid hydrocarbons* includes conventional crude oil, synthetic crude oil and natural gas liquids. Table 3-1 is a compilation of recent estimates of Canadian reserves and resources of liquid hydrocarbons. Figure 3-7 shows the evolution in Canada's reserves position since 1955 for conventional liquid hydrocarbons (that is, including conventional crude and natural gas liquids). Our reserves of conventional crude peaked in 1969 at 1,665 million cubic metres (about 10.5 billion barrels) and have since been in decline.

Canada's proven reserves of conventional crude oil are strongly concentrated in the Province of Alberta. If these reserves could be produced and delivered to markets at a rate equal to domestic demand, they would be sufficient to meet all of Canada's petroleum needs for about eleven years at the current rate of consumption (about 300,000 cubic metres per day). In fact, this could

Figure 3-6: LES RESSOURCES AU FIL DU TEMPS



Source: D'après Cranstone, McIntosh et Azis, 1978, p. 2.

réserve est ou sera exploitable à un taux permettant de satisfaire la demande. Par exemple, dans le cas d'une nouvelle usine de traitement des sables bitumineux, l'étape qui sépare la conception du projet de la production initiale de pétrole synthétique brut peut comporter aisément une décennie complète et les contraintes qui s'exercent sur la disponibilité des capitaux et de la main-d'œuvre peuvent imposer un rythme de développement plus lent qu'on ne l'aurait souhaité. Même un gisement productif est soumis à des contraintes de rythme d'extraction: le pétrole brut jaillit avec un débit déterminé qui dépend de la viscosité du produit, des caractéristiques géologiques du gisement et de l'espacement des puits.

2. RESSOURCES EN HYDROCARBURES

Les hydrocarbures sont des composés organiques formés de carbone et d'hydrogène. Ces composés peuvent se présenter à l'état gazeux, liquide ou solide. Le pétrole brut, le gaz naturel et le charbon sont essentiellement des mélanges d'hydrocarbures structurés de façon plus ou moins complexe et contenant, en quantités variables, des impuretés comme le soufre.

never actually take place as there are physical limitations which dictate a maximum rate of production and there is no crude oil delivery system in Atlantic Canada. Other conventional oil resources are estimated to be close to four times the level of reserves and are, once again, strongly concentrated in Western and Arctic Canada, notwithstanding recent discoveries on the Grand Banks of Newfoundland.

Table 3-1: CANADIAN LIQUID HYDROCARBON RESERVES AND RESOURCES

	Volume (millions of cubic metres)[a]
Conventional Proved Reserves of Crude Oil and Natural Gas Liquids	
British Columbia	32
Alberta	1,101
Saskatchewan	119
Manitoba	6
Eastern Canada	1
Mainland Territories	29
TOTAL	1,288
Unconventional Recoverable Upgraded Oil Resources[b]	
Lloydminister (heavy oil)	127–365
Cold Lake *in situ* (oil sands)	2,384–4,767
Athabaska Mining (oil sands)	4,291
Athabaska *in situ* (oil sands)	6,356–22,247
TOTAL	13,158–31,670
Conventional Oil Resources[c]	
Western Canada	1,589
Mackenzie-Beaufort	1,096
Eastern Arctic	604
Eastern Canada (including offshore areas)	826
Mainland Territories	79
TOTAL	4,194

[a] 1 cubic metre = 6.29 barrels.
[b] Range in estimates results from uncertainty regarding the recovery factor attainable using *in situ* recovery technology.
[c] Includes remaining reserves, discovered resources and undiscovered potential at the 50% probability level (1976 estimate).

Source: Canada, Department of Energy, Mines and Resources, 1980b; and Canadian Petroleum Association, 1980.

Canada's largest hydrocarbon resource is found in the heavy oils and tar sands of Western Canada (mostly Alberta) — a resource sufficient, theoretically, to meet our requirements at current rates of consumption for close to 400 years, depending upon how much can be recovered. It is plain, then, that this country need not run short of conventional or synthetic oil for a very long time if political barriers can be overcome and if Canada is prepared to develop resources and pay the costs — economic, social and environmental — of that development. The Committee is of the opinion, however, that these costs *are* untenable and therefore proposes alternatives which are described in this Report.

Massive development of the oil sands, sufficient to sustain a petroleum-oriented energy system in Canada for decades to come, would entail very high costs indeed. In 1980 dollars, the estimated cost of the next tar sands plant has passed $10 billion and the impact on Alberta's economy of establishing a series of such plants in rapid succession could be devastating. Shortages in skilled and professional people together with restrictions in the supply of specialized equipment and materials would make it very difficult to construct several plants simultaneously. These facilities also require water in large volumes (which becomes contaminated with bitumen and cannot be returned directly to the Athabasca River), and release significant quantities of sulphur dioxide to the atmosphere in processing the high-sulphur bitumen. Some observers have concluded that the optimal rate of tar sands development would see one new plant coming into operation every four years. Thus the Committee views Canada's oil sands as being an essential but by no means dominant contributor to domestic energy supplies in coming decades.

Despite the extensive resources listed in Table 3-1, it is a matter of record that Canada is not self-sufficient in petroleum. Problems relating to oil prices, capital availability and technological innovation as well as political decisions and lagging exploration successes have contributed to a decline in production in recent years and, as indicated in Figure 3-8, this trend is likely to continue for some time to come. The lower, shaded area in the illustration indicates future crude oil producibility from known reserves (in 1978) of conventional oil and of synthetic oil from the two operating tar sands plants. Actual production is not likely to drop into this region because these reserves are sure to be augmented and because present conditions suggest that we will continue to extract crude oil at a rate near Canada's maximum productive capacity.

Tableau 3-1: RÉSERVES ET RESSOURCES CANADIENNES D'HYDROCARBURES LIQUIDES

	Volume (En millions de mètres cubes)[a]
Réserves conventionnelles prouvées de pétrole brut et gaz naturel liquéfié	
Colombie-Britannique	32
Alberta	1,101
Saskatchewan	119
Manitoba	6
Est du Canada	1
Territoires	29
TOTAL	1,288
Ressources non conventionnelles récupérables de pétrole amélioré[b]	
Lloydminister (huiles lourdes)	127—365
Cold Lake, *in situ* (sables pétrolifères)	2,384—4,767
Athabaska, mines (sables pétrolifères)	4,291
Athabaska, *in situ* (sables pétrolifères)	6,356—22,247
TOTAL	13,158—31,670
Ressources de pétrole classique[c]	
Ouest du Canada	1,589
Mackenzie-Beaufort	1,096
Arctique Est	604
Est du Canada (y compris au large des côtes)	826
Territoires	79
TOTAL	4,194

[a] 1 mètre cube = 6.29 barils.
[b] Les intervalles figurant dans les estimations résultent de l'incertitude liée au facteur de récupération qu'on peut atteindre en se servant de la technologie de récupération *sur place*.
[c] Comprend les réserves restantes, les ressources découvertes et les ressources potentielles non découvertes, suivant un taux de probabilité de 50% (estimation de 1976).

Source: Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, 1980b; et Canadian Petroleum Association, 1980.

A. HYDROCARBURES LIQUIDES

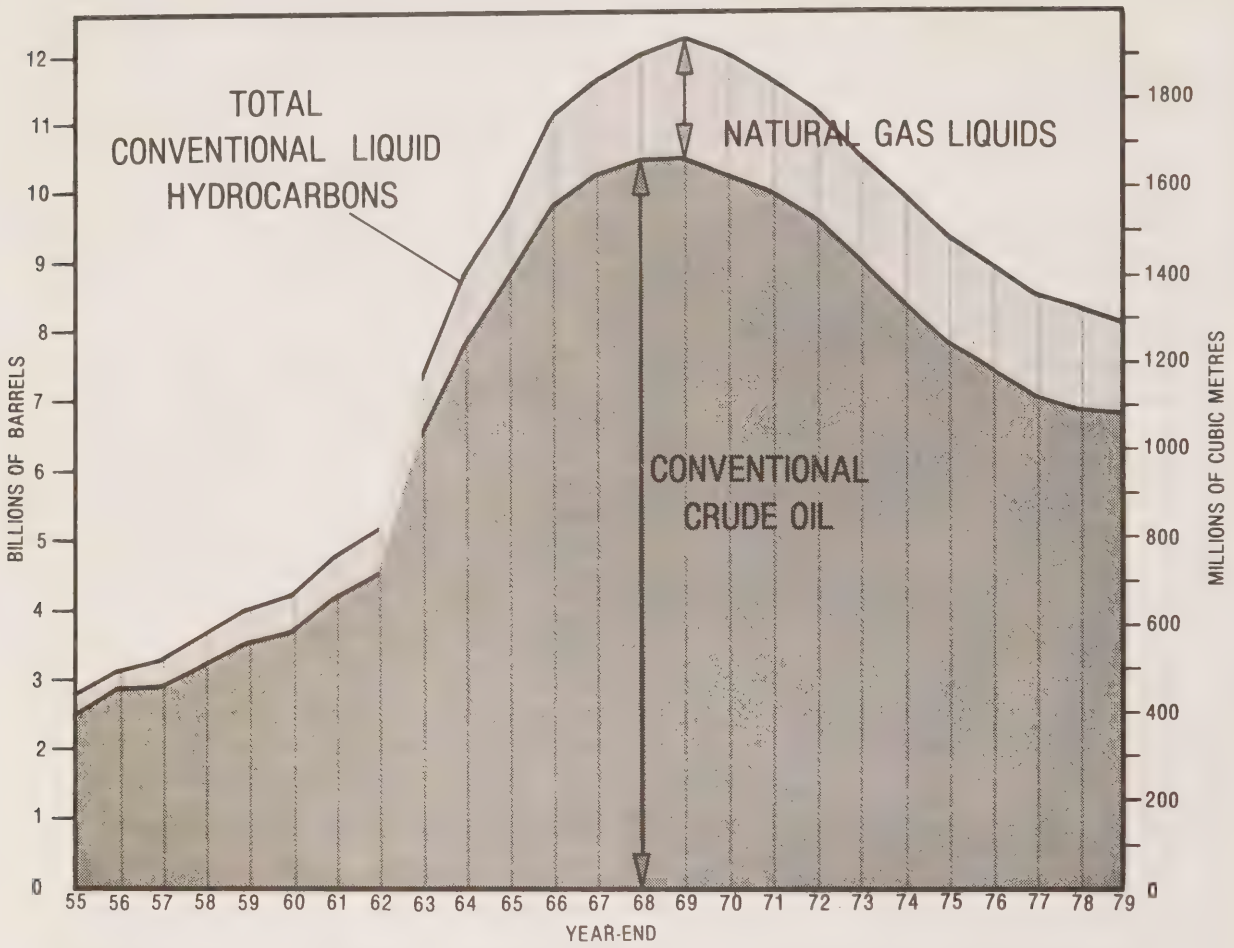
Dans ce rapport, l'expression «*hydrocarbure liquide*» englobe le pétrole brut, le pétrole brut de synthèse et les liquides extraits du gaz naturel. Le tableau 3-1 est une compilation des estimations récentes des réserves et ressources canadiennes en hydrocarbures liquides. La figure 3-7 montre l'évolution, depuis 1955, des réserves canadiennes d'hydrocarbures liquides classiques (ce qui comprend le brut classique et le gaz naturel liquéfié). Nos réserves de brut classique ont culminé en 1969 avec 1665 millions de mètres cubes (environ 10.5 milliards de barils); elles n'ont cessé de décliner depuis lors.

Les réserves prouvées du Canada en pétrole brut classique sont fortement concentrées dans la province de l'Alberta. Si ces réserves peuvent être extraites et livrées sur les marchés à un rythme équivalent à celui auquel progresse la demande interne, elles seraient suffisantes pour répondre à tous les besoins en pétrole du Canada pendant environ 11 années au taux actuel de consommation (environ 300,000 mètres cubes par jour). En fait, il ne pourra jamais en être ainsi en raison des limites physiques qui s'exercent sur le taux maximum de production et parce que la région Atlantique du Canada ne reçoit pas de pétrole brut. D'autres ressources en pétrole classique sont estimées à un niveau qui est près de quatre fois supérieur à celui des réserves et elles sont, elles aussi, fortement concentrées dans l'ouest et dans l'arctique canadien, nonobstant de récentes découvertes dans la région des Grands Bancs de Terre-Neuve.

Les plus importantes ressources en hydrocarbures du Canada se trouvent dans les huiles lourdes et les sables pétrolifères de l'Ouest du Canada (surtout en Alberta); il y a là de ressources suffisantes, théoriquement, pour répondre à nos besoins au taux actuel de consommation pour près de 400 ans, si l'on arrive à récupérer une portion suffisamment importante de ces ressources. Il est dès lors évident que le Canada peut fort bien ne pas connaître de pénurie de pétrole classique ou synthétique pendant un temps très long si notre pays est décidé à développer ces ressources et à faire face aux coûts économiques, sociaux et environnementaux d'un tel développement. Le Comité est toutefois d'avis que ces coûts *sont* insoutenables et il propose en conséquence les solutions de remplacement définies dans ce rapport.

La mise en valeur à grande échelle des sables pétrolifères, assez abondants pour permettre au Canada de satisfaire pendant plusieurs dizaines d'années aux besoins d'une économie axée sur l'utilisation des produits pétroliers, donnerait assurément lieu à des dépen-

Figure 3-7: CANADA'S RESERVES OF CONVENTIONAL LIQUID HYDROCARBONS, 1955-1979



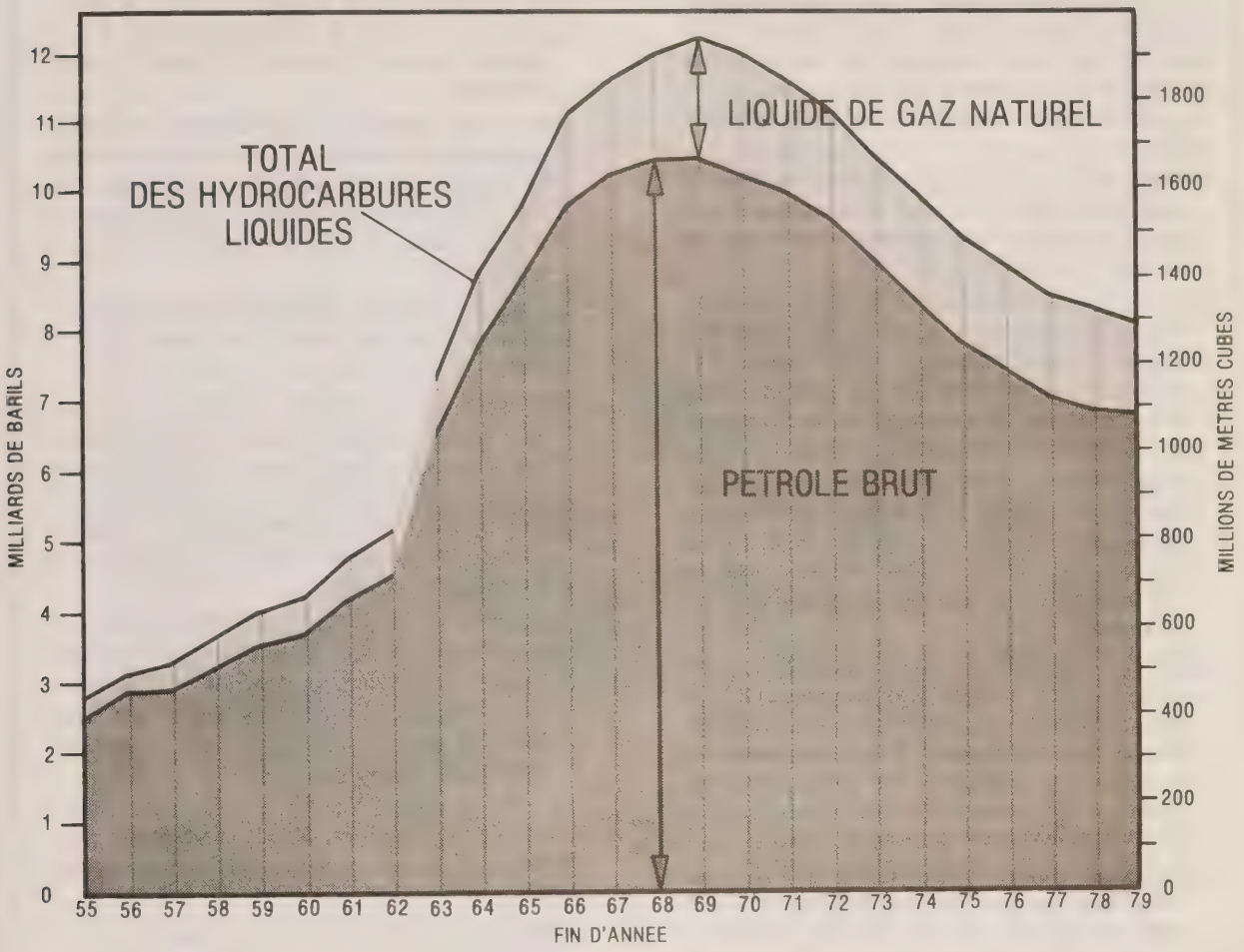
Note: The break in the curve between 1962 and 1963 reflects a change in methodology of estimating reserves by the CPA.

Source: After Canadian Petroleum Association, 1980.

The 1978 National Energy Board demand forecasts for petroleum products have also been illustrated in Figure 3-8. The Board is updating its 1978 forecasts of oil supply and demand but those results were not available at the time of preparation of this Report. Forecasts prepared since 1978 by EMR suggest that future Canadian demand will fall below the 1978 NEB base case, and that domestic supply will actually lie between the NEB base and high forecasts. If the EMR projections prove nearer the mark, then Canada's petroleum shortfall over the 1980s will be less than that suggested in the 1978 NEB report.

The role that price plays in influencing reserves is reflected in Figure 3-9, which illustrates Canada's success in adding to its reserves of conventional crude oil since 1963. Gross additions to reserves in any year minus crude oil production in that year equal net additions to reserves. Since 1969, net additions to reserves have been negative — that is, Canada's reserves of conventional crude oil have fallen throughout the period. This decline was sharpest in 1973-1974 when reserves fell at the rate of about 0.5 billion barrels per year. With rising oil prices, however, drilling was encouraged and more producing wells were brought in. Drilling activity reached its highest level ever in Canada in 1980 and gross reserve additions very nearly offset domestic production. Nonetheless, the Western Canada Sedimentary Basin is a mature oil-producing region and Canada must look to its frontier regions or to the oil sands for major production increases in the future.

Figure 3-7: RÉSERVES CANADIENNES D'HYDROCARBURES LIQUIDES CLASSIQUES, 1975-1979



Note: La rupture de la courbe, entre 1962 et 1963 correspond à un changement de méthode d'estimation des réserves par la Canadian Petroleum Association.

Source: Canadian Petroleum Association, 1980.

ses très élevées. En dollars de 1980, le coût estimatif de la prochaine unité de traitement des sables asphaltiques est supérieur à $10 milliards et la création, sur une courte période; de plusieurs installations de ce genre aurait sur l'économie de l'Alberta des effets dévastateurs. La pénurie de main-d'œuvre qualifiée, le manque de personnel de haut niveau de technicité et la rareté de l'équipement et des matériaux spécialisés rendraient très difficiles la construction simultanée de plusieurs unités de traitement. De telles installations nécessitent en outre de l'eau à profusion; polluée par le bitume, cette eau, qui ne peut être renvoyée directement dans la rivière Athabasca, dégage en abondance dans l'atmosphère de l'anhydride sulfureux provenant du traitement du bitume à haute teneur en soufre. Certains experts sont arrivés à la conclusion que la cadence optimale de mise en service de nouvelles installations de traitement devrait être d'une tous les quatre ans. Ainsi, le Comité considère que les sables pétrolifères du Canada représenteront au cours des prochaines décennies une contribution essentielle, mais en aucun cas prédominante, aux besoins en énergie de notre pays.

Frequently Used Terms in the Petroleum Industry

The petroleum industry uses a specialized vocabulary and we have drawn together here some of the more commonly used terms. These definitions are not always consistent from source to source and in some instances have changed with time.

FOSSIL FUEL—Combustible geologic deposits of carbon in organic form and of biological origin. These deposits include crude oil, natural gas, oil shales, oil sands and coal.

PETROLEUM—Often defined as naturally-occurring liquid hydrocarbons. Sometimes the definition is extended to include refined products in the liquid state; occasionally it is used to further encompass natural gas, bitumen and kerogen (a solid hydrocarbon found in oil shale).

(CONVENTIONAL) CRUDE OIL—A mixture mainly of pentanes and heavier hydrocarbons recoverable at a well from an underground reservoir, and which is liquid at the conditions under which its volume is measured or estimated.

SYNTHETIC CRUDE OIL—A mixture mainly of pentanes and heavier hydrocarbons that is derived from crude bitumen and which is liquid at the conditions under which its volume is measured or estimated. The output from the Athabasca oil sands comprises synthetic crude oil production in Canada today.

CONDENSATE—A mixture mainly of pentanes and heavier hydrocarbons recoverable at a well from an underground reservoir, and which is gaseous in its virgin reservoir state but is liquid at the conditions under which its volume is measured or estimated. Condensate is often understood to be included in "crude oil" and we follow that usage in this Report.

PENTANES PLUS—A mixture mainly of pentanes and heavier hydrocarbons which is obtained from the processing of raw gas, condensate or crude oil.

As used in this Report, the term *OIL* includes conventional and synthetic crude, condensate and pentanes plus. If we wish to exclude synthetic crude from this grouping, we denote the remaining three as *CONVENTIONAL OIL*.

CRUDE BITUMEN—A naturally-occurring mixture, mainly of hydrocarbons heavier than pentane, that in its natural highly-viscous state is not recoverable at a commercial rate through a well.

TAR SANDS—Sands impregnated with a heavy crude oil, tar-like in consistency, that is too viscous to permit recovery by natural flowage into wells.

HEAVY OIL DEPOSITS—Oil deposits transitional in character between the heavier tar sand type of bitumen deposit and conventional crude oil. The crude is highly viscous and either does not flow or flows at very low rates under normal conditions.

Tar sands and heavy oil deposits are usually jointly referred to as *OIL SANDS*, a terminology which we follow.

NATURAL GAS LIQUIDS (NGL)—A product intermediate between natural gas and crude oil, and which constitutes a family of hydrocarbons extracted as liquids during the production of natural gas. NGL includes ethane, propane, butanes or pentanes plus, or a combination thereof.

LIQUEFIED PETROLEUM GASES (LPG)—A subgroup of the natural gas liquids, consisting principally of a mixture of propane and butanes, which are gaseous at atmospheric pressure but liquid at slightly higher pressures. These are familiar as "bottled gas".

The commodities mentioned thus far — crude oil, synthetic crude oil, condensate, pentanes plus, propane, butanes and ethane — comprise the *LIQUID HYDROCARBONS*.

ASSOCIATED GAS—Gas in a free state in a reservoir and found in association with crude oil, under initial reservoir conditions.

NON-ASSOCIATED GAS—Gas in a free state in a reservoir but not found in association with crude oil, under initial reservoir conditions.

SOLUTION GAS—Gas that is dissolved in crude oil under reservoir conditions and which evolves as a result of pressure and temperature changes.

RAW GAS—Natural gas in its natural state, existing in a field or as produced from a field and prior to processing.

MARKETABLE NATURAL GAS—Raw gas from which certain compounds have been removed or partially removed by processing. Marketable gas is often referred to as "pipeline gas" or "sales gas", and is primarily composed of methane.

Termes fréquemment utilisés dans l'industrie pétrolière

L'industrie pétrolière a un vocabulaire spécialisé et nous avons groupé ci-après certains de ses termes les plus courants. Ces définitions peuvent varier d'une source à l'autre et, dans certains cas, elles ont été modifiées au fil du temps.

COMBUSTIBLE FOSSILE: Dépôts géologiques combustibles composés de carbone organique d'origine biologique. Ces dépôts comprennent le pétrole brut, le gaz naturel, les schistes bitumineux, les sables pétrolifères et le charbon.

PÉTROLE: Souvent défini comme hydrocarbure liquide à l'état naturel. La définition est parfois élargie de façon à comprendre les produits raffinés à l'état liquide; ce terme englobe à l'occasion le gaz naturel, le bitume et le kérosène (un hydrocarbure solide contenu dans l'huile de schiste).

PÉTROLE BRUT (CLASSIQUE): Mélange composé principalement de pentanes et d'hydrocarbures plus lourds qu'on peut extraire par un puits foré dans un gisement souterrain et qui est liquide dans les conditions dans lesquelles son volume est mesuré ou estimé.

PÉTROLE BRUT SYNTHÉTIQUE: Un mélange composé principalement de pentanes et d'hydrocarbures plus lourds, provenant du bitume brut et qui est liquide dans les conditions dans lesquelles son volume est mesuré ou estimé. Les sables pétrolifères de l'Athabasca contiennent le pétrole brut synthétique que l'on produit aujourd'hui au Canada.

CONDENSAT: Mélange composé principalement de pentanes et d'hydrocarbures plus lourds que l'on extrait par un puits foré dans un gisement souterrain et qui se présente à l'état gazeux dans la cavité qui le recèle mais qui est liquide dans les conditions dans lesquelles son volume est mesuré ou estimé. Le condensat est souvent inclus dans le «pétrole brut» et nous suivons cet usage dans le présent rapport.

PENTANES DE TRAITEMENT: Un mélange composé principalement de pentanes et d'hydrocarbures plus lourds que l'on obtient par le traitement du gaz naturel brut, du condensat ou du pétrole brut.

A noter qu'en anglais le terme «OIL» désigne le brut classique et synthétique, le condensat et les pentanes de traitement. C'est pourquoi ceux-ci sont désignés comme pétrole classique (conventional oil) quand on veut exclure le brut synthétique.

BITUME BRUT: Un mélange obtenu à l'état naturel et composé principalement d'hydrocarbures plus lourds que le pentane; très visqueux à l'état naturel il ne peut jaillir d'un puits avec un débit commercialement rentable.

SABLES BITUMINEUX: Sables imprégnés de pétrole brut lourd, de consistance goudronneuse et trop visqueux pour pouvoir être extraits par jaillissement naturel à l'aide de puits.

GISEMENTS DE PÉTROLE LOURD: Gisements de pétrole dont les caractéristiques sont intermédiaires entre le sable bitumineux lourd et le pétrole brut classique. Le brut est extrêmement visqueux et, dans des conditions normales, ne s'écoule pas ou s'écoule très lentement.

Les sables bitumineux et les gisements de pétrole lourd sont normalement désignés comme *sables pétrolifères*, terminologie que nous adopterons.

LIQUIDES DE GAZ NATUREL: Produits intermédiaires entre le gaz naturel et le pétrole brut et qui constituent une famille d'hydrocarbures extraits sous forme de liquides lors de la production du gaz naturel. Ces liquides comprennent l'éthane, le propane, les butanes ou les pentanes de traitement ou encore une combinaison de ces derniers.

GAZ DE PÉTROLE LIQUÉFIÉ: Un sous-groupe des liquides extraits du gaz naturel et consistant principalement en un mélange de propane et de butanes, qui sont gazeux à la pression atmosphérique mais liquides aux pressions légèrement supérieures à celle-ci. Connu sous le nom de «gaz à embouteiller».

Les produits dont il a été question jusqu'ici—pétrole brut, pétrole brut de synthèse, condensat, pentanes, propane, butanes, et éthanes constituent les *HYDROCARBURES LIQUIDES*.

GAZ ASSOCIÉ: Gaz se trouvant à l'état libre dans une roche-réservoir et que l'on trouve associé au pétrole brut dans les conditions où la roche se trouvait à l'origine.

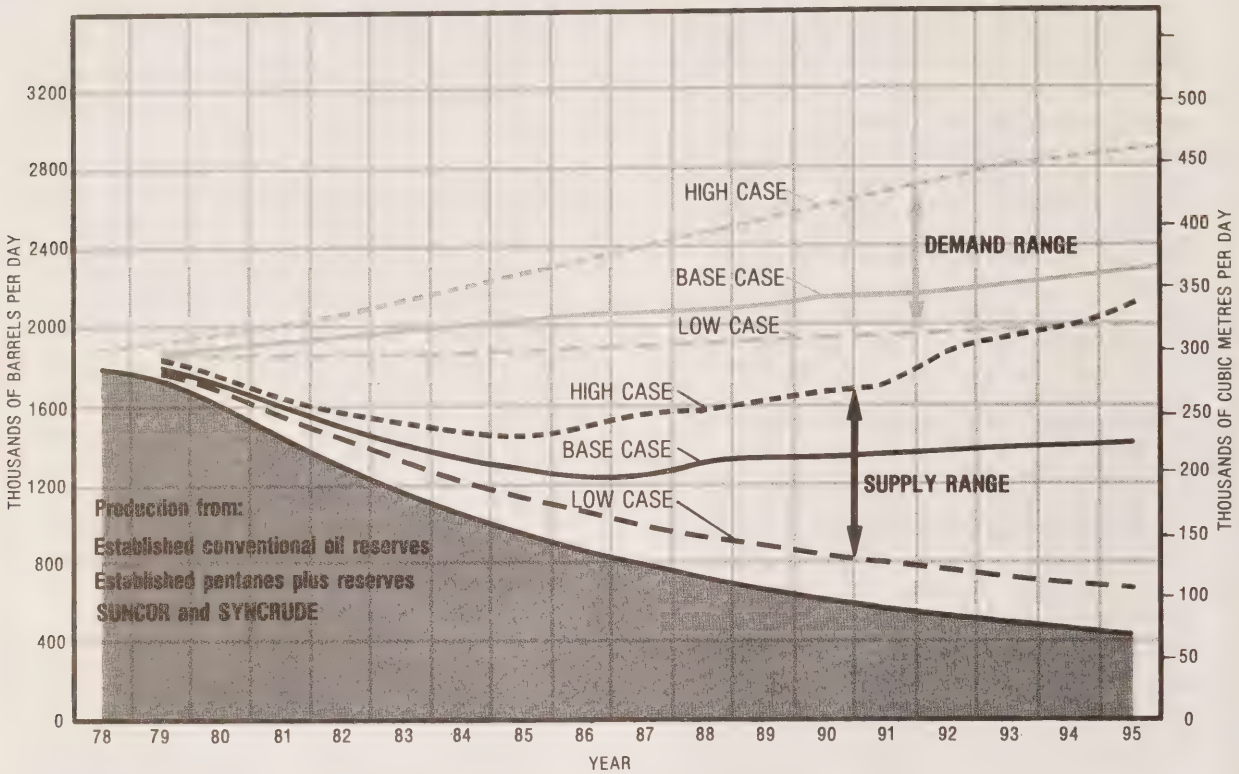
GAZ NON ASSOCIÉ: Gaz à l'état libre se trouvant dans une roche-réservoir mais qui n'est pas associé au pétrole brut dans l'état initial de la roche.

GAZ DISSOUS: Gas qui se trouve en solution dans le pétrole brut de la roche-réservoir et qui s'en échappe par suite des modifications de pression et de température.

GAZ BRUT: Gaz naturel tel qu'il existe dans un gisement ou qu'il est en est extrait avant tout traitement.

GAZ NATUREL MARCHAND: Gaz brut dont certains composants ont été enlevés ou pratiquement enlevés par les opérations de traitement. Le gaz marchand est souvent appelé «gaz de pipe-line» ou «gaz commercial» et il se compose principalement de méthane.

Figure 3-8: RANGE OF OIL PRODUCIBILITY AND DEMAND FORECASTS, 1978 NATIONAL ENERGY BOARD REPORT



The lower, shaded area of the graph represents reasonably assured future production from known conventional reserves and from the two operating plants in the tar sands. The upper supply curves are producibility forecasts based on optimistic, base case and pessimistic assumptions for future additions to conventional reserves and to nonconventional production capacity. Similarly, the demand curves represent high, low and base case projections.

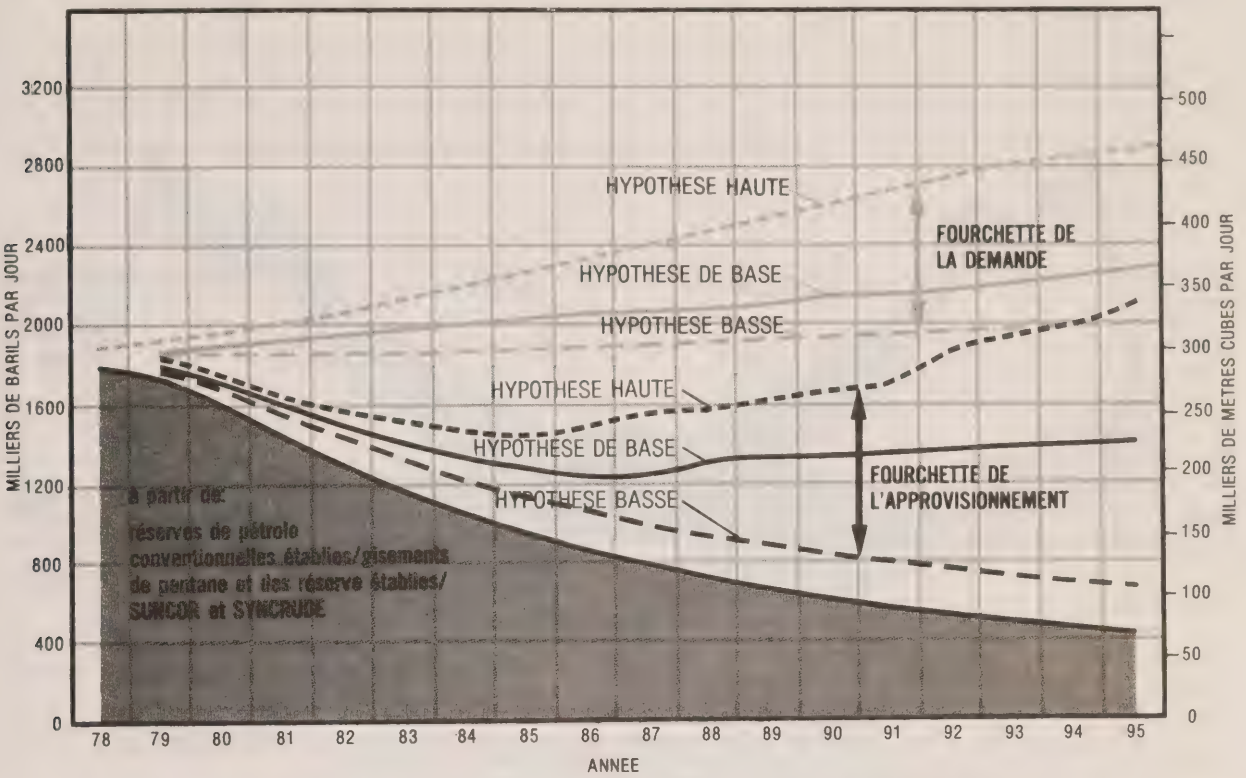
Source: After Canada, National Energy Board, 1978.

B. NATURAL GAS

As shown in Table 3-2, Canada's natural gas reserves and resources are extensive. Figure 3-10, which displays Canada's reserves of marketable natural gas since 1955, indicates an almost continual expansion in our reserves position. As is the case with crude oil, the resource is strongly concentrated in Western Canada, particularly in the Province of Alberta. If all known natural gas reserves in Canada could be produced and delivered to the Canadian market at a rate sufficient to meet domestic requirements, the supply would last for some fifty years at current rates of consumption (about 45 billion cubic metres per year), and additional resources could add about 180 years to this total. Of course, such numbers must be used cautiously, bearing in mind that Canada will continue to export gas; that new domestic markets will be established in Quebec and the Maritime Provinces; and that new reserves will be discovered. Nevertheless, it is apparent that in the context of Canadian energy demand, the national resource base for natural gas is substantial indeed.

Canada is in a position to make a major substitution of natural gas for crude oil in meeting its domestic energy requirements and in backing imported crude out of the Eastern Canadian market. Extending the distribution system for natural gas into Eastern Quebec and the Maritimes in Eastern Canada and onto Vancouver Island in Western Canada are matters of high priority. Only after sufficient reserves have been set aside to supply a truly national distribution system should gas be allocated to the export market.

Figure 3-8: SCÉNARIOS DE PRODUCTION ET DES BESOINS, PRÉVISIONS O.N.E. (1978)



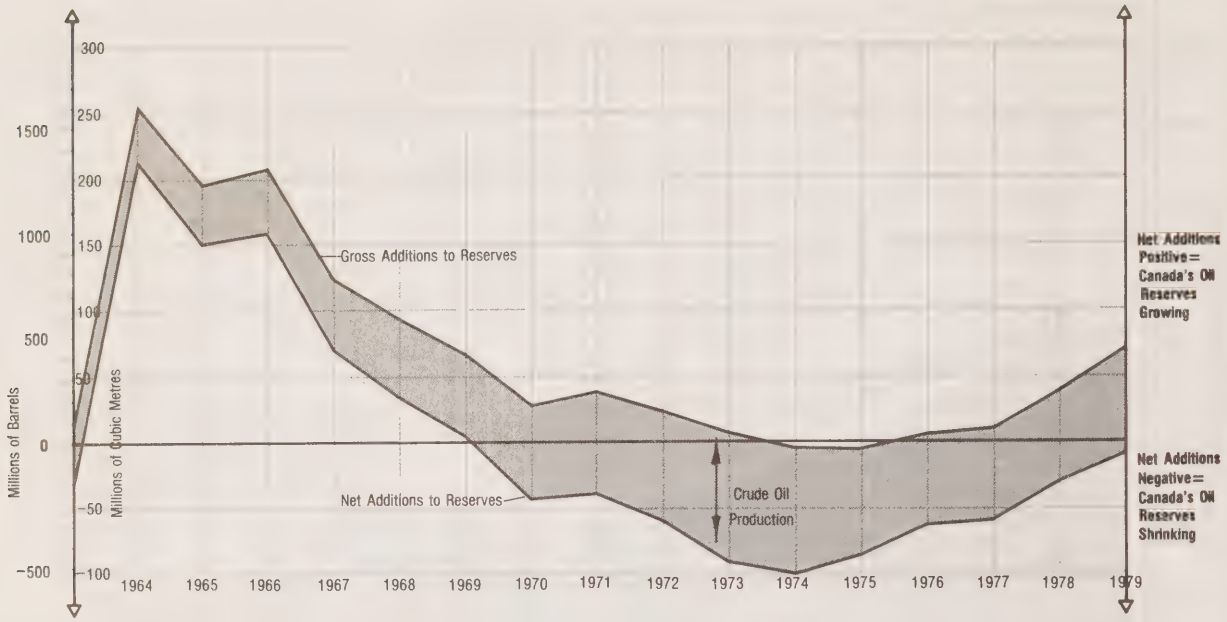
La partie inférieure ombrée du graphique représente la production future qui semble raisonnablement assurée grâce aux réserves connues de produits classiques et aux deux unités de production qui traitent actuellement les sables bitumineux. Les courbes supérieures sont des scénarios de production basées sur les données factuelles optimistes et sur des hypothèses pessimistes quant aux augmentations ultérieures des réserves de produits classiques et aux capacités de production de produits nouveaux. Pareillement, les courbes d'indication des besoins représentent des valeurs élevées, faible autour d'une référence.

Source: L'Office national de l'énergie du Canada, 1978.

En dépit de l'importance considérable des ressources en pétrole figurant au tableau 3-1, il est bien connu que le Canada n'est pas autosuffisant en pétrole. En raison de problèmes liés aux prix du pétrole, aux capitaux disponibles et aux innovations technologiques, ainsi que par suite de décisions politiques et de faibles succès en matière d'exploration, on a observé un déclin dans la production au cours des récentes années et, comme l'indique la figure 3-8, il est vraisemblable que cette tendance se maintiendra au cours des prochaines années. La partie inférieure hachurée du graphique indique les possibilités de production de pétrole brut provenant des réserves connues (en 1978) de pétrole classique et de pétrole synthétique que peuvent traiter les deux usines de traitement des sables bitumineux. Il est improbable que la production présente connaisse une baisse dans ce domaine, car il est assuré que de nouvelles réserves s'ajouteront à celles-là; de plus, les conditions actuelles nous portent à penser que nous continuerons à extraire du pétrole brut avec un débit proche de la capacité maximale de production du Canada.

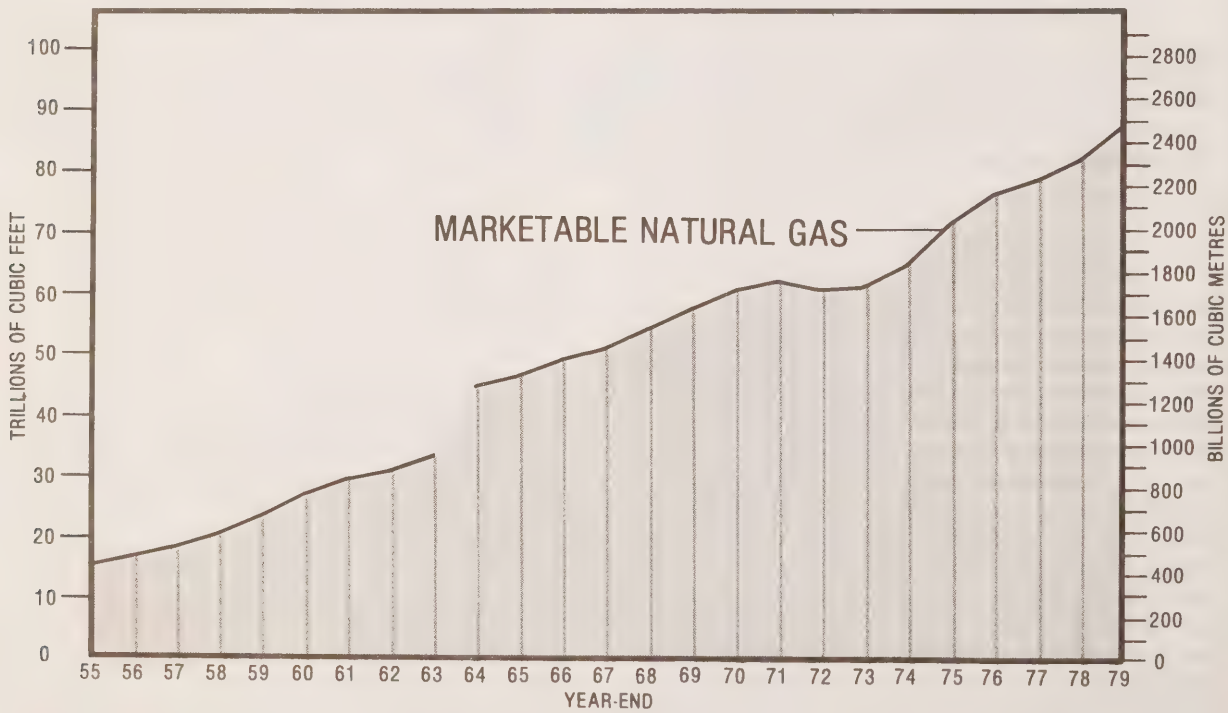
Les projections de production future de l'Office national de l'énergie du Canada pour les produits pétroliers, apparaissent également à la figure 3-8. L'Office met présentement à jour ses projections de 1978 relativement à l'approvisionnement et à la demande pour le pétrole mais ses résultats n'étaient pas disponibles au moment de la préparation de ce rapport. Les projections préparées par EMR indiquent que la demande canadienne future sera inférieure aux prévisions de l'ONE qui sont basées sur les données factuelles et que l'approvisionnement national se situera entre les données de l'ONE et l'hypothèse haute. Si les projections de EMR se révèlent plus réalistes, les besoins du Canada en pétrole pour les années 80 seront inférieurs à ce qu'a suggéré le rapport de l'ONE pour 1978.

Figure 3-9: GROSS AND NET ADDITIONS TO CANADA'S CONVENTIONAL CRUDE OIL RESERVES, 1963-1979



Source: After Canadian Petroleum Association, 1980.

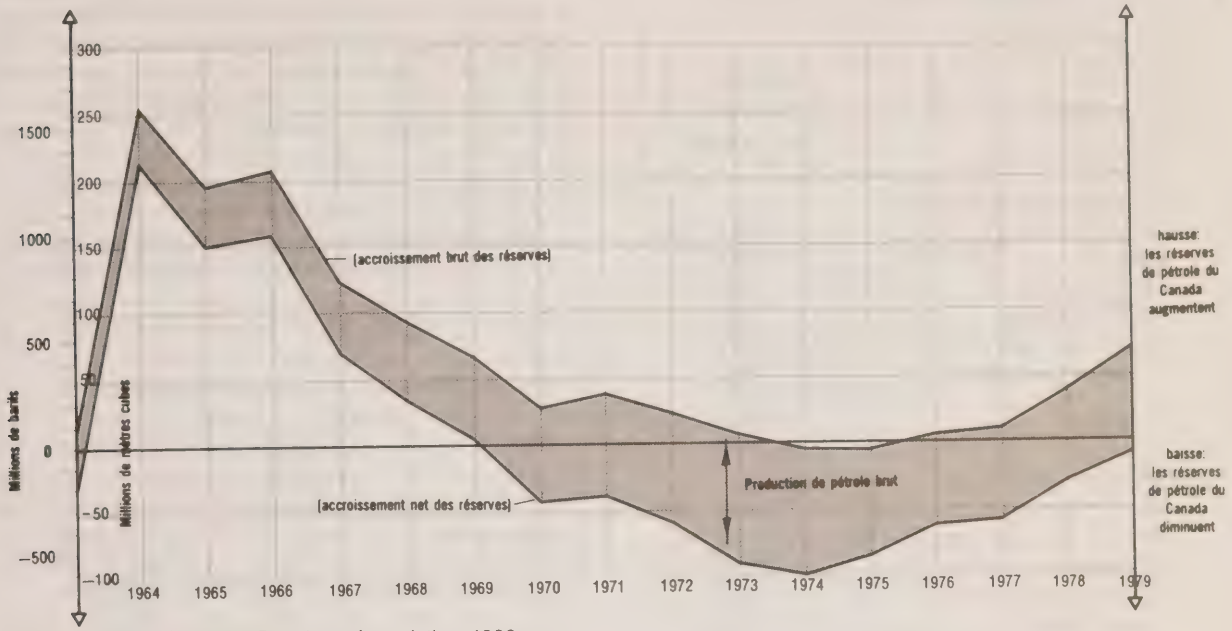
Figure 3-10: CANADA'S RESERVES OF MARKETABLE NATURAL GAS, 1955-1979



Note: The break in the curve between 1963 and 1964 reflects a change in methodology of estimating reserves by the CPA.

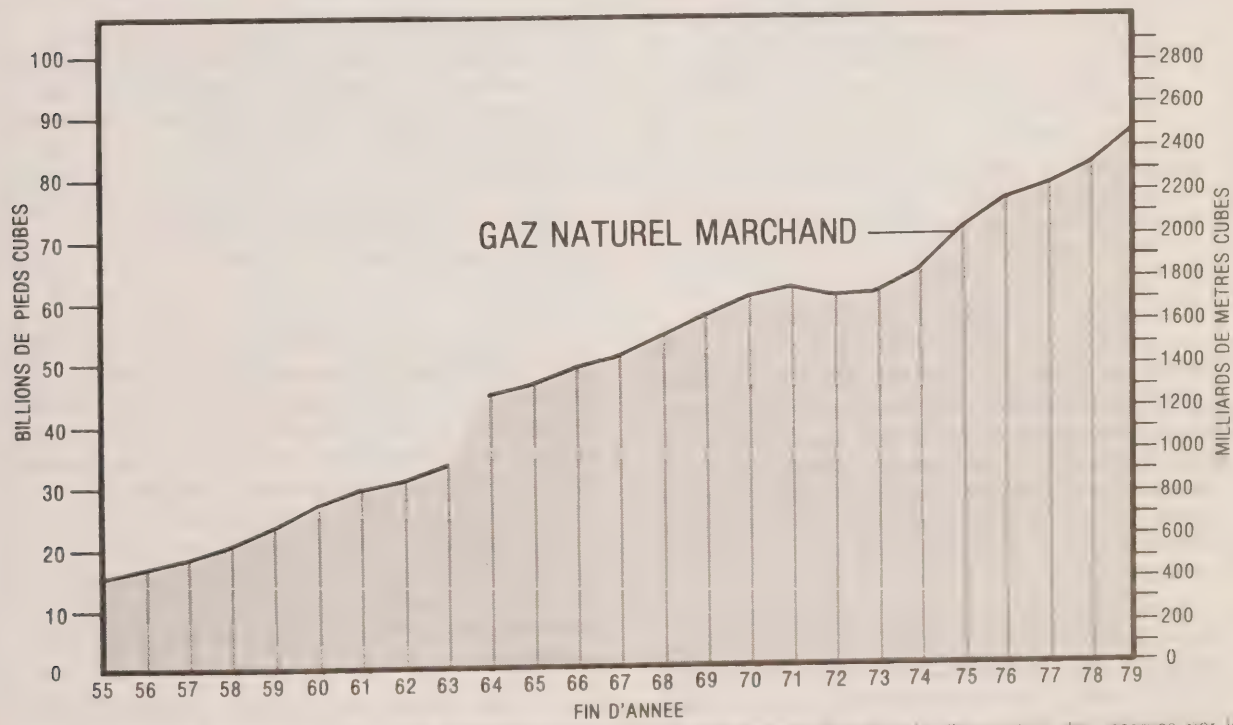
Source: After Canadian Petroleum Association, 1980.

Figure 3-9: ACCROISSEMENT BRUTES ET NETTES DES RÉSERVES CANADIENNES DE PETROLE BRUT CLASSIQUE, 1963-1979



Source: D'après *Canadian Petroleum Association*, 1980.

Figure 3-10: RÉSERVES CANADIENNES DE GAZ NATUREL COMMERCIALISABLE, 1955-1979



Note: La rupture de la courbe, entre 1963 et 1964 correspond à un changement de methode d'estimation des reserves par la Canadian Petroleum Association.

Source: Canadian Petroleum Association, 1980.

Table 3-2: CANADIAN NATURAL GAS RESERVES AND RESOURCES

	Volume (billions of cubic metres)[a]
Known Natural Gas Reserves	
British Columbia	187.0
Alberta	1,640.2
Saskatchewan	22.7
Eastern Canada	8.5
Mackenzie Delta-Beaufort Sea	260.6
Mainland Territories	8.5
TOTAL	2,127.5
Natural Gas Resources[b]	
Western Canada	2,748
Eastern Canada Mainland and Offshore	1,235
Mackenzie Delta-Beaufort Sea	1,700
Eastern Arctic	1,445
Mainland Territories	275
TOTAL	7,403

[a] 1 cubic metre = 35.3 cubic feet.
[b] Includes remaining reserves, discovered resources and undiscovered potential at the 50% probability level (1976 estimate).

Source: Canada, Department of Energy, Mines and Resources, 1980b.

Canada is fortunate to possess abundant coal resources of all ranks except for anthracite. Economically significant deposits occur in every province except Newfoundland, Prince Edward Island and Quebec, and are heavily concentrated in Alberta and British Columbia. Table 3-3 shows the most recent estimate of total coal resources in Canada.

Table 3-3: ESTIMATES OF COAL RESOURCES AND RESERVES IN CANADA, 1978

Unit: Millions of metric tons.

Coal Rank	Resources of Immediate Interest[a] (1977 Mineable Coal)[b]	Resources of Future Interest
lignitic	17,209 (3,207)	27,586
sub-bituminous	132,000 (7,328)	198,000
bituminous	98,787 (5,556)	[c]

[a] Includes mineable coal.
[b] Mineable coal is that part of the measured and indicated resources of immediate interest within a coal deposit that can be considered for mining using current technology, and applying broad economic judgement only to the mining method.
[c] Not determined.

Source: After Bielenstein *et al,* 1979, p. 15, 23.

C. COAL

Coals are solid hydrocarbons which have formed through the action of heat and pressure on buried vegetative material over geological time. They are classified by *rank* which is determined by the degree of alteration of the original organic material. The four classes of coal, in decreasing order of rank, are anthracite, bituminous, subbituminous and lignite. In general, decreasing rank is characterized by lower carbon content, lower heat value and increasing softness.

Coal quality refers to those characteristics which affect the potential use of a coal. Quality is determined primarily by the nature and amount of organic material, noncombustible (mineral) material and moisture. These characteristics govern the use to which the coal can be put, whether for power generation, metallurgical coke or chemical feedstock.

These resources include those of "immediate interest" and discovered resources of "future interest". That portion of the coal resource which can be considered "mineable" — that is, the coal reserve in Canada — is shown in the table in brackets. Not all of this "mineable coal" can be recovered, however. Generally, only about 65-85% of the coal is actually recovered in underground mining operations, with somewhat more being recoverable in strip-mining situations. Canadian coal resources are sufficient to meet domestic Canadian demand for centuries, even allowing for reasonable increases in production.

In 1979 Canada had thirteen principal operators producing coal from 21 coal mines. Between them they produced an estimated 33.2 million tonnes of coal, mostly bituminous grades. Table 3-4 shows that coal

Le rôle que jouent les prix dans la détermination des réserves se dégage de la figure 3-9 qui illustre les succès enregistrés par le Canada dans l'extension de ses réserves de pétrole brut classique depuis 1963. Pour chacune des années, les additions brutes aux réserves moins la production de pétrole brut pour l'année considérée sont égales aux additions nettes aux réserves. Depuis 1969, les additions nettes aux réserves ont été négatives; c'est-à-dire que les réserves de pétrole brut classique du Canada se sont effritées au cours de cette période. Ce déclin a été particulièrement marqué en 1973-1974; au cours de ces deux années, les réserves ont diminué à un taux d'environ 0.5 milliard de barils par an. Cependant, par suite de la hausse des prix du pétrole, les activités de forage ont été encouragées et de nouveaux puits ont été mis en production. Les activités de forage ont atteint en 1980 leur niveau le plus élevé au Canada et les additions de réserves brutes ont presque compensé la production interne. Cependant, le bassin sédimentaire de l'Ouest canadien est une région productrice de pétrole déjà fortement entamée et le Canada doit regarder vers ses régions pionnières ou vers les sables bitumineux pour y trouver des possibilités d'augmentation importante de production à l'avenir.

B. LE GAZ NATUREL

Comme le montre le tableau 3-2, les réserves et les ressources en gaz naturel du Canada sont importantes. La figure 3-10 montre une expansion presque ininterrompue de l'état de nos réserves commercialisables depuis 1955. Comme nous l'avons vu à propos du pétrole brut, cette ressource est fortement concentrée dans l'ouest du Canada et particulièrement dans la province de l'Alberta. Si toutes les réserves connues du Canada en gaz naturel pouvaient être extraites et livrées sur le marché canadien à un rythme suffisant pour répondre aux besoins internes, lesdites réserves pourraient durer environ cinquante ans au taux actuel de consommation. (Environ 45 milliards de mètres cubes par an). Des ressources additionnelles permettraient d'ajouter 180 ans à ce total. Il est évident que ces chiffres doivent faire l'objet d'une utilisation prudente car nous ne devons pas oublier que le Canada continuera à exporter du gaz et que de nouveaux marchés internes seront créés au Québec et dans les provinces Maritimes et enfin que de nouvelles réserves seront découvertes. Il n'en demeure pas moins évident que, compte tenu de la demande canadienne, la base nationale en ressources de gaz naturel est certainement considérable.

Le Canada est en mesure de substituer dans une grande mesure le gaz naturel au pétrole brut pour satisfaire à ses propres besoins et soutenir dans l'est du pays le marché de l'importation du brut. L'extension du réseau de distribution de gaz naturel à l'est du Québec et aux Maritimes, ainsi qu'à l'Île de Vancouver devient prioritaire. Ce n'est qu'après la constitution de réserves suffisantes pour les besoins de notre pays que l'exportation du gaz pourra être envisagée.

Tableau 3-2: RÉSERVES ET RESSOURCES CANADIENNES EN GAZ NATUREL

	Volume (Milliards de mètres cubes)[a]
Réserves connues de gaz naturel	
Colombie-Britannique	187.0
Alberta	1,640.2
Saskatchewan	22.7
Est du Canada	8.5
Delta Mackenzie—Mer de Beaufort	260.6
Territoires du Continent	8.5
TOTAL	2,127.5
Ressources en gaz naturel[b]	
Ouest du Canada	2,748
Est du Canada:	
Gisements en terre ferme et hauturiers	1,235
Delta Mackenzie—Mer de Beaufort	1,700
Arctique Est	1,445
Territoires du Continent	275
TOTAL	7,403

[a] 1 mètre cube = 35.3 pieds cubes.

[b] Comprend les réserves restantes, les ressources découvertes et les ressources potentielles non découvertes en tenant compte d'un degré de probabilité de 50% (estimation de 1976).

Source: Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, 1980b.

C. CHARBONS

Les charbons sont des hydrocarbures solides qui se sont formés au cours des périodes géologiques sous l'action de la chaleur et de la pression à partir de matières végétales enfouies. Ils sont classés selon le *degré* de métamorphisme du produit organique d'origine. Par ordre décroissant de degrés de métamorphisme, on en distingue quatre classes: l'anthracite, le

production in Canada has more than doubled since 1970, with the level of coal exports increasing to roughly match imports (thermal and metallurgical coal has traditionally been imported into Ontario from the Eastern United States).

Table 3-4: COAL PRODUCTION, IMPORTS, EXPORTS AND CONSUMPTION IN CANADA, 1968-1978

Unit: Millions of metric tons.

	Production	Imports	Exports	Domestic Consumption
1968	10.0	15.5	1.3	24.8
1969	9.7	15.7	1.2	24.0
1970	15.1	17.1	4.0	26.8
1971	16.7	16.5	7.0	25.6
1972	18.8	17.5	7.7	25.8
1973	20.5	14.8	10.9	24.9
1974	21.3	12.4	10.8	24.8
1975	25.3	15.3	11.7	26.1
1976	25.5	14.6	11.8	28.2
1977	28.7	15.4	12.4	30.9
1978	30.5	14.1	14.0	31.7

Source: After Aylesworth and Weyland, 1980, p. 2.

3. HYDRAULIC RESOURCES

Installed hydro-electric generating capacity in Canada has increased dramatically as the 20th century has progressed, although the proportion of total generating capacity represented by hydraulic sources has dropped steadily from a high of over 90% in the 1940s and 50s to a low of 57% in 1979. Canada's installed generating capacity by type since 1920 is given in Table 3-5. Although hydro-electric generating capacity is forecast to increase by more than 15,000 MW by 1991, it nevertheless will remain at about the same proportion of the total electrical energy mix in the early 1990s.

Canada is blessed with abundant hydro resources by comparison with almost any other country. Nevertheless, the great majority of undeveloped generating sites are uneconomic at present; many of these are small or low-head. The question of how many of these sites eventually become economically exploitable and at what rate they are developed depends upon a number of imponderables, among which are technological advances in hydraulic power generation, the changing economics of electricity in the national energy mix, and technical and political changes relating to nuclear fission. A further constraint lies in the environmental impact of extensive hydro development. The impact of

Table 3-5: INSTALLED ELECTRICAL GENERATING CAPACITY IN CANADA, 1920-1979

Unit: Electrical megawatts.

Year	Conventional Thermal	Nuclear	Hydro	Total
1920	300	—	1,700	2,000
1930	400	—	4,300	4,700
1940	500	—	6,200	6,700
1950	900	—	8,900	9,800
1955	2,100	—	12,600	14,700
1960	4,392	—	18,657	23,049
1965	7,557	20	21,771	29,348
1970	14,287	240	28,298	42,825
1975	21,404	2,666	37,282	61,352
1979	27,216	5,866	43,990	77,072

Source: Canada, Department of Energy, Mines and Resources, 1980a, p.70.

Table 3-6: CANADA'S HYDRO-ELECTRIC POWER POTENTIAL IN 1980

Unit: Electrical megawatts.

	Actual Operation and under Construction	Undeveloped Power Potential: Remaining Theoretical Hydro Potential	Remaining Technically Developable Potential	Economically & Technically Developable Potential
Nfld. & Lab.	6,535	7,000	6,272	4,776
P.E.I.	—	—	—	—
N.S.	360	160	100	50
N.B.	900	620	556	460
Que.	25,750	42,160	30,750	18,838
Ont.	7,138	7,770	6,152	2,072
Man.	4,796	7,023	4,945	4,945
Sask.	567	2,395	1,711	1,161
Alta.	718	18,800	11,440	4,357
B.C.	12,134	29,400	25,827	17,575
Yukon	68	11,000	10,440	5,043
N.W.T.	47	14,900	6,000	4,163
CANADA	59,013	141,228	104,193	63,440

Notes: [a] Projects in the planning stage are included in remaining undeveloped potential.

[b] Remaining economically and technically developable potentials are installable capacity in megawatts.

[c] Pumped storage and tidal power are not included.

Source: Canada, Department of Energy, Mines and Resources, 1980c.

schiste bitumineux, le schiste sous-bitumineux et le lignite. D'une manière générale, cet ordre décroissant correspond à une décroissance de la teneur en carbone, de la valeur calorifique et de la solidité.

La qualité du charbon est liée à ces caractéristiques qui en conditionnent les perspectives d'utilisation. Cette qualité tient surtout à la nature et à la quantité de produit organique, de son contenu minéral incombustible et à l'humidité. Ces caractéristiques régissent l'utilisation qu'on peut faire d'un charbon: emploi dans les centrales thermiques, transformation en coke métallurgique ou substrat pour l'industrie chimique.

Le Canada a la chance de posséder d'abondantes ressources de charbon de toute catégorie, à l'exception de l'anthracite. Des gisements possédant une importance économique se retrouvent dans chaque province, à l'exception de Terre-Neuve, de l'Île du Prince-Édouard et du Québec; ces gisements sont fortement concentrés en Alberta et en Colombie-Britannique. Le tableau 3-3 présente les plus récentes estimations des ressources totales en charbon du Canada.

Tableau 3-3: ESTIMATIONS DES RESSOURCES ET RÉSERVES EN CHARBON DU CANADA EN MILLIONS DE TONNES MÉTRIQUES, 1978

Catégorie de charbon	Ressources d'intérêt immédiat[a] (charbon exploitable en 1977)[b]	Ressources d'intérêt futur
Lignite	17,209 (3,207)	27,586
sous-bitumineux	132,000 (7,328)	198,000
bitumineux	98,787 (5,556)	[c]

[a] Inclut le charbon exploitable.

[b] Le charbon exploitable est cette portion des ressources mesurées et localisées d'intérêt immédiat dans un gisement de charbon dont l'exploitation peut être envisagée à l'aide de la technologie disponible, en applicant un calcul économique d'ordre général à la méthode d'exploitation minière.

[c] Non déterminé.

Source: Adaptation des données de Bielenstein *et al*, 1979, p. 15, 23.

Ces ressources incluent celles «d'intérêt immédiat» et les ressources connues d'intérêt futur. Le tableau présente, entre parenthèses, cette portion des ressources en charbon qui peuvent être considérées comme exploitables, c'est-à-dire les réserves en charbon du Canada. Cependant, toutes ces réserves en charbon exploitables ne peuvent être récupérées. En règle générale, on ne récupère effectivement qu'environ 65 à 85% du charbon au cours des opérations d'exploitation minière souterraine et le taux de récupération est un peu plus élevé dans les opérations minières à ciel ouvert. Les ressources en charbon du Canada sont suffisantes pour répondre à la demande canadienne interne pour plusieurs siècles, même compte tenu d'augmentations raisonnables du niveau de production.

En 1979, le Canada comptait 13 importants exploitants produisant du charbon à partir de 21 mines. Selon les estimations, ces exploitants produisaient en tout 33.2 millions de tonnes de charbon, surtout du type bitumineux. Le tableau 3-4 montre que la production de charbon du Canada a plus que doublé depuis 1970 et que le niveau des exportations de charbon a augmenté jusqu'à correspondre plus ou moins au niveau des importations (le charbon thermique et le charbon métallurgique utilisés en Ontario ont été traditionnellement importés de l'est des États-Unis.

Tableau 3-4: PRODUCTION, IMPORTATIONS, EXPORTATIONS ET CONSOMMATION DE CHARBON AU CANADA, 1968-1978

En millions de tonnes métriques

	Production	Importations	Exportations	Consommation interne
1968	10.0	15.5	1.3	24.8
1969	9.7	15.7	1.2	24.0
1970	15.1	17.1	4.0	26.8
1971	16.7	16.5	7.0	25.6
1972	18.8	17.5	7.7	25.8
1973	20.5	14.8	10.9	24.9
1974	21.3	12.4	10.8	24.8
1975	25.3	15.3	11.7	26.1
1976	25.5	14.6	11.8	28.2
1977	28.7	15.4	12.4	30.9
1978	30.5	14.1	14.0	31.7

Source: Adaptation de Aylesworth et Weyland, 1980, p. 2.

3. RESSOURCES HYDRAULIQUES

La capacité de production hydro-électrique du Canada a augmenté d'une façon spectaculaire au cours du 20e siècle; toutefois, la contribution des sources hydrauliques à la production totale a décliné depuis une

the construction of many new hydro schemes upon inland fisheries, recreational and other land use and local climate will require careful study in the years to come.

Current estimates suggest that a further 104,000 megawatts of hydraulic power is technically feasible to develop, more than double the capacity exploited today. Of this amount, perhaps 63,000 megawatts is economically developable. The present distribution of existing and potential hydro-electric power development in Canada is summarized in Table 3-6. It is apparent that the ultimate potential of this energy source is quite limited by comparison to many other energy forms, and that Canada's hydraulic resources will have been largely exploited by the middle of the 21st century.

4. URANIUM RESOURCES

Canada has extensive uranium resources. Uranium mining is underway in Ontario and Saskatchewan, and significant additional deposits are known in these Provinces and in Newfoundland, New Brunswick, Quebec, British Columbia and the Northwest and Yukon Territories. Table 3-7 gives the most recent published estimate of Canada's mineable uranium resources. Discoveries since 1979 have added significantly to these totals and rising prices will result in the conversion of more uranium resources to reserves. Figure 3-11 shows that Canada's uranium production capability far exceeds forecast domestic requirements, explaining our major export position in this energy commodity.

Table 3-7: CANADA'S MINEABLE URANIUM RESOURCES IN 1979

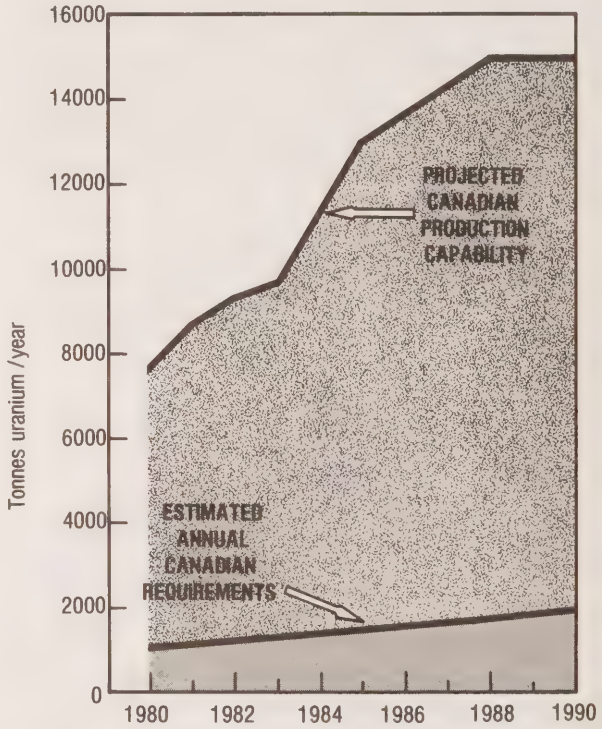
Unit: Thousands of metric tons of elemental uranium.

Mineable at Uranium Prices of	Uranium Contained in Mineable Ore[a]		
	Measured	Indicated	Inferred
Up to $130/kg of Uranium[b]	73	157	238
$130 to $200/kg of Uranium[b]	4	25	90
TOTAL	77	182	328

[a] The uranium recoverable from the ore will be somewhat less because of milling losses.
[b] The dollar figures refer to the market price of a quantity of uranium concentrate containing 1 kilogram of elemental uranium.

Source: Canada, Department of Energy, Mines and Resources, 1980g, p. 5.

Figure 3-11: PROJECTED CANADIAN URANIUM PRODUCTION CAPABILITY COMPARED WITH ESTIMATED ANNUAL URANIUM REQUIREMENTS



Source: Canada, Department of Energy, Mines and Resources, 1980g, p. 13.

crête de 90% dans les années 1940 et 1950 jusqu'à un creux de 57% en 1979. Le tableau 3-5 donne, par type d'installation, la capacité de production du Canada depuis 1920. Bien que la capacité de production hydro-électrique devrait, selon la prévision, augmenter de plus de 15,000 mégawatts en 1991, celle-ci restera à peu près au même niveau relatif par rapport à l'ensemble de la production électrique au début des années 1990.

Le Canada est doté de ressources hydrauliques dont l'abondance ferait l'envie de presque tout autre pays. Toutefois, la grande majorité des sites de production non encore aménagés s'avèrent à présent non économiques; plusieurs de ces sites sont de très faible dimension ou d'une faible pression. Le nombre de ces sites pouvant faire l'objet d'une exploitation commerciale viable et le rythme auquel on pourra les exploiter dépendent d'un certain nombre de facteurs impondérables, notamment des progrès technologiques dans la production de l'énergie hydro-électrique, de l'instabilité des paramètres économiques de l'électricité dans le tableau énergétique national et des modifications techniques et politiques associées à la fission nucléaire. Les répercussions sur l'environnement causés par l'aménagement intensif des sites de production d'énergie hydro-électrique constituent la source d'une autre contrainte. Les répercussions de l'édification de plusieurs nouvelles centrales hydro-électriques sur la pêche en eaux douces, sur l'utilisation des terrains à des fins de loisirs et autres et les effets sur le climat local devront être étudiés soigneusement au cours des prochaines années.

Tableau 3-5: CAPACITÉ ÉLECTRIQUE INSTALLÉE AU CANADA, 1920-1979

En mégawatts électriques

Année	Thermique classique	Nucléaire	Hydro	Total
1920	300	—	1,700	2,000
1930	400	—	4,300	4,700
1940	500	—	6,200	6,700
1950	900	—	8,900	9,800
1955	2,100	—	12,600	14,700
1960	4,392	—	18,657	23,049
1965	7,557	20	21,771	29,348
1970	14,287	240	28,298	42,825
1975	21,404	2,666	37,282	61,352
1979	27,216	5,866	43,990	77,072

Source: Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, 1980a, p. 70.

Selon les estimations actuelles, il serait techniquement possible de produire en plus du niveau actuel 104,000 mégawatts d'énergie hydro-électrique, soit plus du double de la capacité présentement exploitée. Ce chiffre comprend 63,000 mégawatts qui pourraient probablement être obtenus de façon économique. Le tableau 3-6 résume la répartition actuelle de l'énergie hydro-électrique actuelle et potentielle au Canada. Il est évident que le potentiel nominal de cette source d'énergie est extrêmement limité en comparaison avec les autres formes d'énergie et que les ressources hydrauliques du Canada seront largement exploitées vers le milieu du 21e siècle.

Tableau 3-6: POTENTIEL D'ÉNERGIE HYDRO-ÉLECTRIQUE DU CANADA EN 1980

En mégawatts électriques

		Potentiel énergétique non exploité		
	En activité et en construction	Potentiel Hydro résiduel théorique	Potentiel résiduel techniquement exploitable	Potentiel résiduel économiquement et techniquement exploitable
Terre-Neuve et Labrador	6,535	7,000	6,272	4,776
Île-du-Prince-Édouard	—	—	—	—
Nouvelle-Écosse	360	160	100	50
Nouveau-Brunswick	900	620	556	460
Québec	25,750	42,160	30,750	18,838
Ontario	7,138	7,770	6,152	2,072
Manitoba	4,796	7,023	4,945	4,945
Saskatchewan	567	2,395	1,711	1,161
Alberta	718	18,800	11,440	4,357
Colombie-Britannique	12,134	29,400	25,827	17,575
Yukon	68	11,000	10,440	5,043
Territoires du Nord-Ouest	47	14,900	6,000	4,163
CANADA	59,013	141,228	104,193	63,440

Note: (a) Les projets à l'étude sont compris dans le potentiel résiduel non exploité.

(b) Les potentiels résiduels économiquement et techniquement exploitables sont exprimés en mégawatts.

(c) Les réserves pompées et l'énergie marémotrice ne sont pas comprises.

Source: Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, 1980c.

4. RESSOURCES EN URANIUM

Le Canada est doté d'importantes ressources d'uranium. L'extraction de l'uranium se poursuit dans l'Ontario et la Saskatchewan et d'autres gisements importants sont localisés dans ces provinces ainsi qu'à Terre-Neuve, au Nouveau-Brunswick, au Québec, en Colombie-Britannique, dans le Yukon et les Territoires du Nord-Ouest. Le tableau 3-7 présente les estimations les plus récemment publiées des ressources d'uranium exploitables au Canada. Les découvertes faites depuis 1979 ont grossi sensiblement ces totaux et les prix en hausse entraîneront la conversion en réserves d'une plus grande quantité de ressources d'uranium. La figure 3-11 montre que les possibilités de production d'uranium du Canada dépassent de beaucoup les besoins intérieurs prévus, ce qui explique notre situation largement exportatrice.

Tableau 3-7: RESSOURCES CANADIENNES D'URANIUM EXPLOITABLES EN 1979

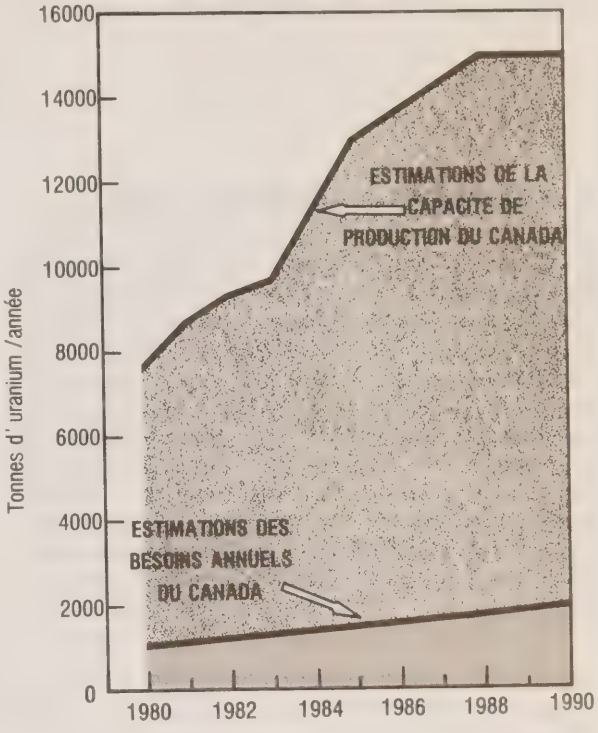
En milliers de tonnes métriques d'uranium brut

	Teneur en uranium du minerai exploitable[a]		
Exploitable au coût de:	Mesuré	Indiqué	Déduit
Jusqu'à $130 le kg d'uranium[b]	73	157	238
$130 à $200 le kg d'uranium[b]	4	25	90
TOTAL	77	182	328

[a] L'uranium extrait du minerai pèsera un peu moins à cause des pertes en cours de traitement.
[b] Les valeurs indiquées en dollars se rapportent au prix du marché d'une quantité de minerai concentré contenant 1 kilogramme d'uranium brut.

Source: Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, 1980g, p. 5.

Figure 3-11: ESTIMATION DE LA CAPACITÉ DE PRODUCTION D'URANIUM DU CANADA COMPARÉE À L'ESTIMATION DES BESOINS ANNUELS



Source: Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, 1980g, p. 13.

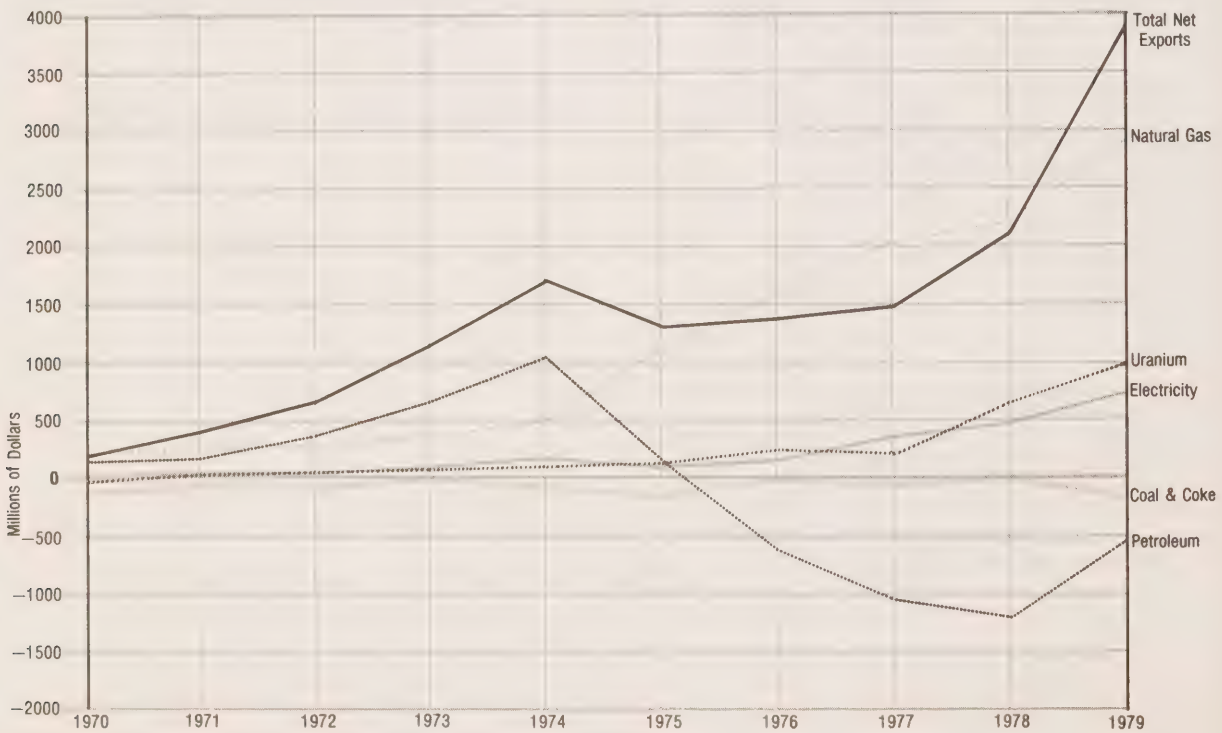
Energy Flows in Canada

1. ENERGY SUPPLY, DEMAND AND TRADE

Canada's energy system has undergone rapid expansion since World War II and in the process we have progressed from being a net importer to a net exporter of energy. The production of primary energy increased rapidly until 1973, a year in which we sold to the United States the equivalent of over 60% of our petroleum production, 40% of our marketable natural gas output, and 6.4% of our net electrical generation. In fact, Canada exported more than one-third of its total energy production to the United States in 1973 and was a larger supplier of oil to the U.S. than was the Middle East. Thereafter, the production of primary energy in Canada fell until 1977. The principal cause of this decline was a reduction in crude oil output as Canada pursued a policy of phasing out the export of light crudes. Most recently, an upturn in Western Canadian conventional crude production (which is transitory) has helped to boost Canada's production of primary energy.

Canada became a net exporter of energy in the latter 1960s and today exports of energy in the form of natural gas and electricity exceed imports of energy in the form of oil and coal. This trade position has been very much to Canada's advantage as Figure 3-12 indicates. Canada has shown a net income from its energy trade in every year since the late 1960s and in 1979 that income amounted to nearly $4 billion. With imports of crude oil expected to grow until at least the mid-1980s, however, one can anticipate that this surplus will shrink.

Figure 3-12: CANADA'S DOLLAR TRADE IN ENERGY COMMODITIES, 1970-1979



Source: After Canada, Department of Energy, Mines and Resources, 1980e. p. 8.

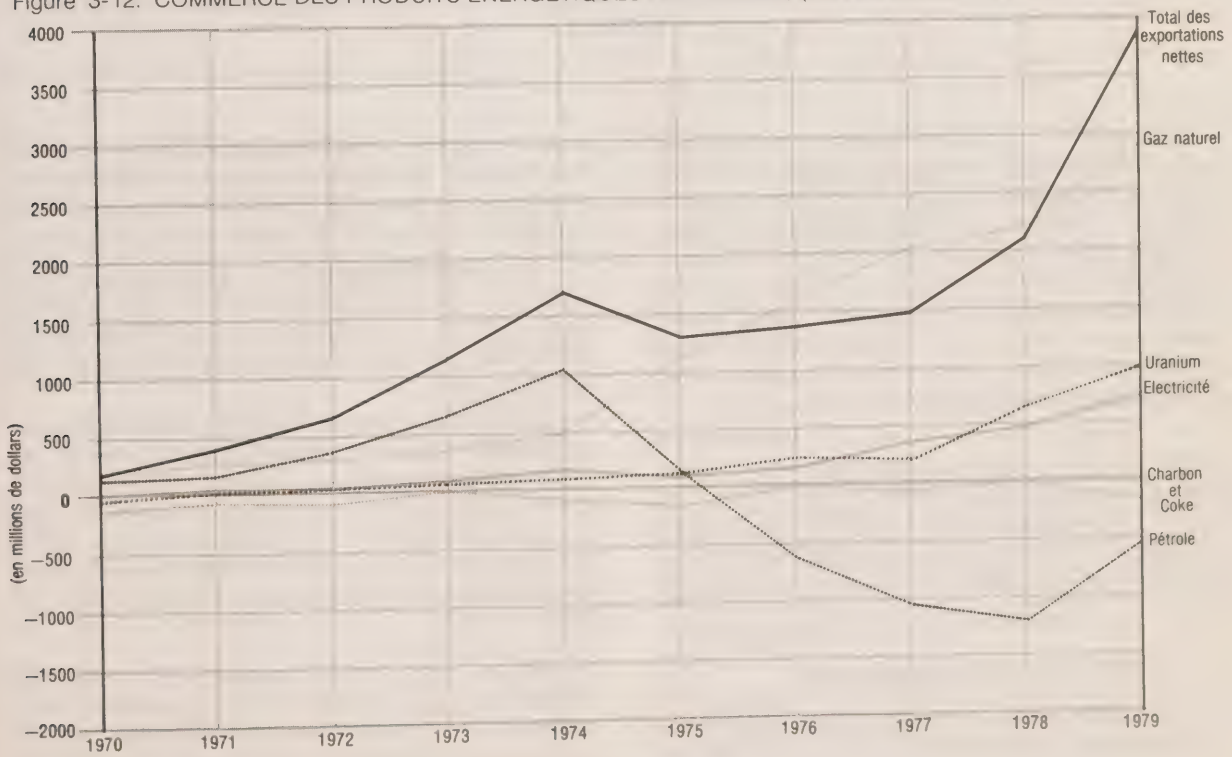
Les flux énergétiques au Canada

1. OFFRE, DEMANDE ET COMMERCE D'ÉNERGIE

La structure énergétique du Canada a connu une rapide expansion depuis la Seconde guerre mondiale et, dans le cours de cette expansion, nous sommes passés d'une situation d'importateurs nets à celle d'exportateurs nets d'énergie. La production d'énergie primaire a augmenté très rapidement depuis 1973, année au cours de laquelle nous avions vendu aux États-Unis l'équivalent de plus de 60% de notre production de pétrole, 40% de notre production commercialisable de gaz naturel et 6.4% de notre production électrique nette. En fait, le Canada exportait en 1973 plus du tiers de sa production totale d'énergie vers les États-Unis et représentait pour les États-Unis un fournisseur plus important que ne l'était le Moyen-Orient. Dans les années suivantes et jusqu'en 1977, la production d'énergie primaire au Canada a diminué très sensiblement. Ce déclin a surtout été dû à une réduction de la production de pétrole brut quand le Canada a commencé à poursuivre une politique d'élimination progressive des exportations de bruts légers. Plus récemment, un redressement dans la production de bruts conventionnels de l'Ouest du Canada (redressement qui n'est que temporaire) a entraîné un gonflement de la production canadienne d'énergie primaire.

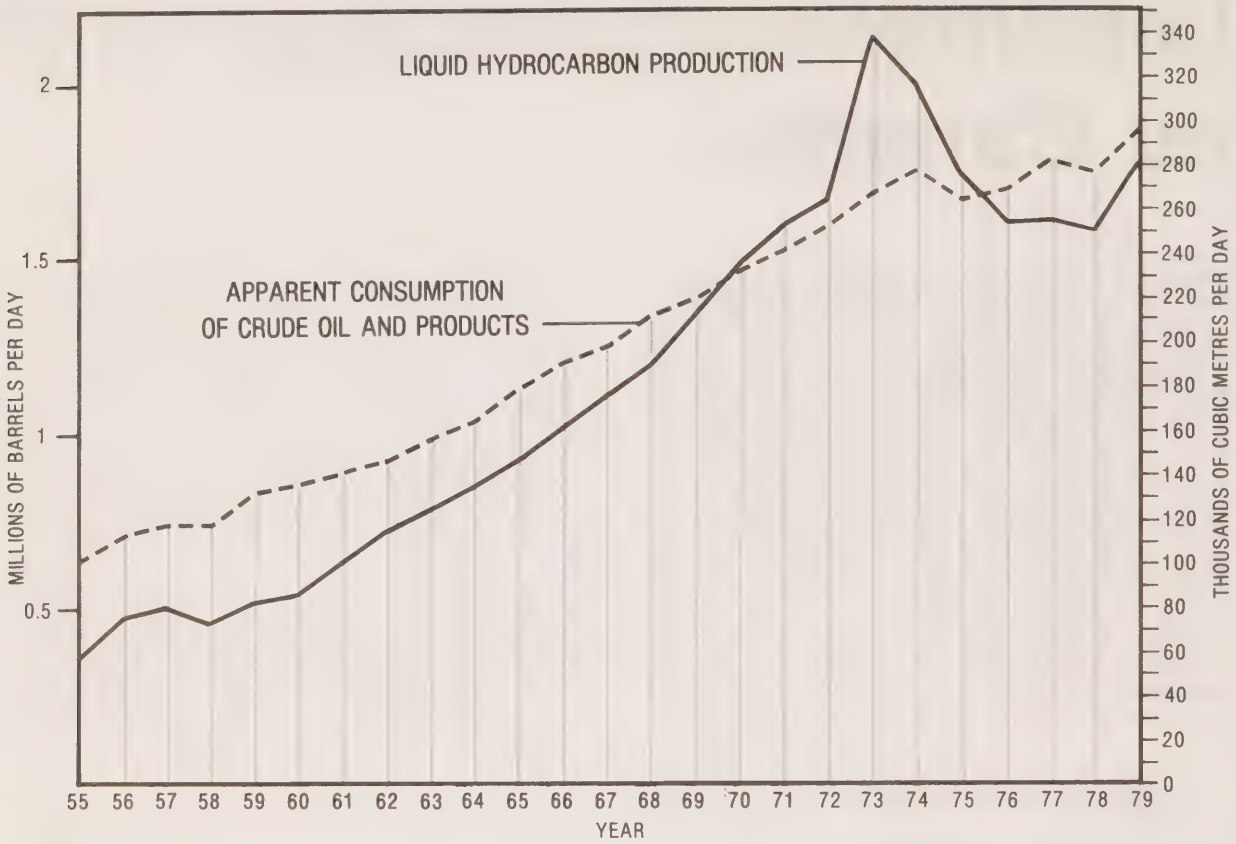
Au cours de la deuxième moitié des années 60, le Canada est devenu un exportateur net d'énergie et, de nos jours, les exportations d'énergie sous forme de gaz naturel et d'électricité excèdent les importations d'énergie sous forme de pétrole et de charbon. Cette position

Figure 3-12: COMMERCE DES PRODUITS ÉNERGÉTIQUES DU CANADA, (EN DOLLARS) 1970-1979



Source: Canada, Énergie, Mines et Ressources, 1980e, p. 8.

Figure 3-13: CANADA'S PRODUCTION AND CONSUMPTION OF PETROLEUM, 1955-1979



Source: After Canadian Petroleum Association, 1980.

The trends in Canada's domestic supply and demand of oil and gas are displayed in Figures 3-13 and 3-14. The first illustration shows liquid hydrocarbon production (crude oil and gas liquids) plotted against Canada's apparent consumption of crude oil and products. In the early 1970s we were net exporters of oil, with sales to the United States peaking in 1973. After a modest upturn in production in 1979, domestic oil output slipped in 1980 and Canada faces a widening gap between supply and demand as the 1980s progress.

In contrast, Figure 3-14 shows how Canada's output of natural gas has outpaced domestic demand, sustaining our substantial sales of gas in the U.S. market. This excess productive capacity in natural gas has been the principal factor behind Canada's positive trade balance in energy commodities throughout the 1970s.

2. THE CONVENTIONAL ENERGY MIX

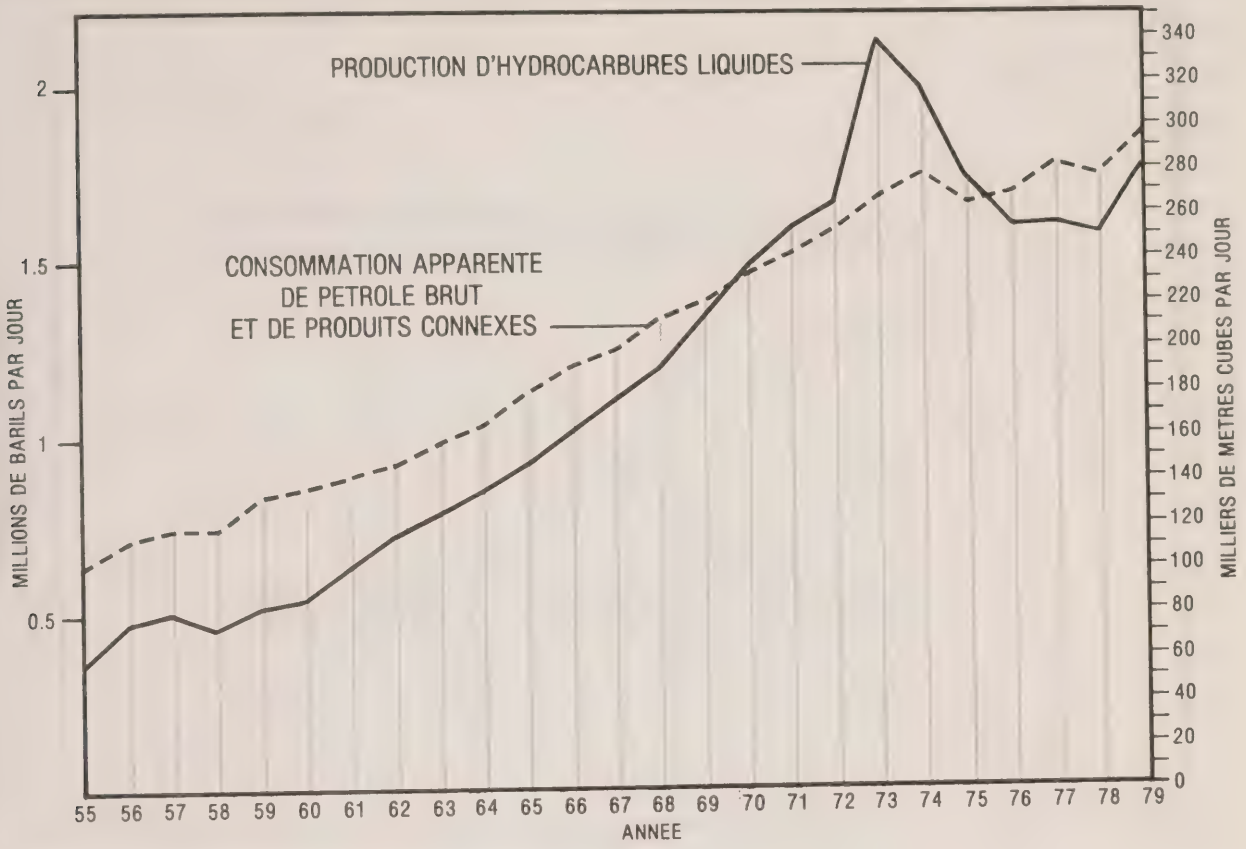
As well as appreciating the growth in Canada's energy system, it is also important to follow the evolution in the energy mix — the relative contributions that have been made by each primary energy form. That evolution is depicted in Figure 3-15 which shows the contributors to Canada's primary energy supply since 1871.

First fuel wood and then coal dominated our energy system. Crude oil and natural gas have risen in tandem since World War II to displace coal, with oil established as our most important energy commodity over the last quarter-century.

In a time span of less than two decades, during the 1940s and 1950s, oil's share in Canada's energy mix expanded from approximately 20% to more than 50%. That share was subsequently maintained for 15 years but now has begun to contract. We expect oil to continue to lose ground to the other major components of Figure 3-15, namely natural gas, primary electricity and coal.

While Figure 3-15 suggests that substantial changes can be brought about in an energy system rather quickly, that interpretation is not entirely correct. Oil penetrated Canada's energy mix at a time when our

Figure 3-13: PRODUCTION ET CONSOMMATION DE PÉTROLE AU CANADA, 1955-1979



Source: D'après la Canadian Petroleum Association, 1980.

commerciale a largement profité au Canada, comme le montre la figure 3-12; depuis la fin des années 60, le Canada a enregistré tous les ans un revenu net dans ses échanges de produits énergétiques et, en 1979, ce revenu s'est chiffré à près de $4 milliards. Cependant, on peut s'attendre à une réduction de ce surplus par suite de l'augmentation prévue des importations de pétrole brut qui devraient se poursuivre au moins jusque vers le milieu des années 80.

Les figures 3-13 et 3-14 représentent les tendances de l'offre et de la demande nationales du Canada sur le plan du pétrole et du gaz. La première illustration compare la production d'hydrocarbures liquides (pétrole brut et gaz liquifié) à la consommation apparente de pétrole brut et de produits pétroliers au Canada. Au début des années 1970, nous étions des exportateurs nets de pétrole et nos ventes aux États-Unis ont culminé en 1973. Après une remontée modeste en 1979, la production nationale de pétrole a baissé en 1980 et, au fur et à mesure qu'il s'avance dans les années 1980, le Canada devra faire face à un écart de plus en plus grand entre l'offre et la demande.

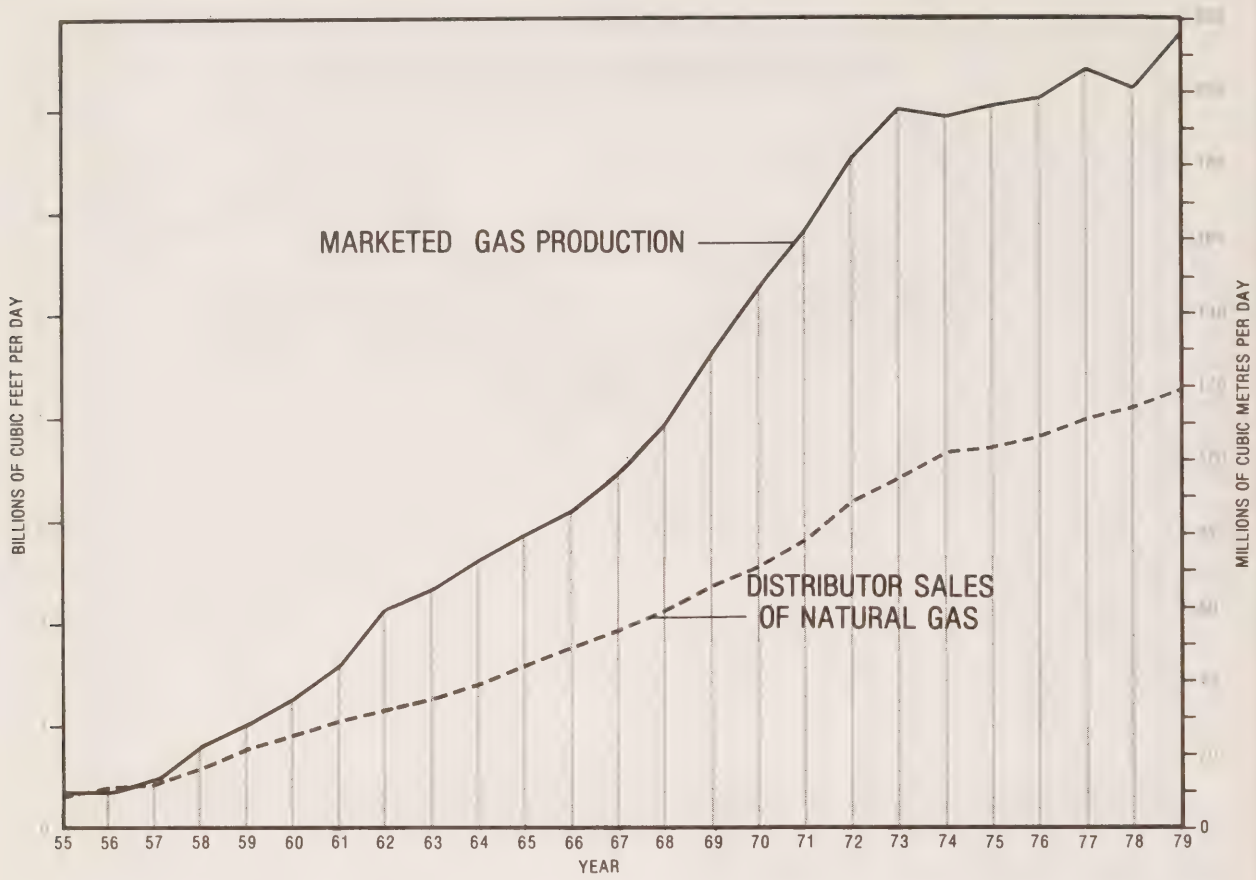
Par contraste, la figure 3-14 montre comment la production canadienne de gaz naturel a distancé la demande nationale, nous permettant de continuer à vendre des quantités importantes sur les marchés des États-Unis. Cet excédent de production de gaz naturel a été le principal facteur qui a contribué à rendre positive la balance commerciale du Canada en produits énergétiques dans les années 1970.

2. LA RÉPARTITION DES ÉNERGIES CONVENTIONNELLES

S'il convient d'examiner la croissance du système énergétique canadien, il est également important de suivre l'évolution de la répartition des énergies, c'est-à-dire les apports relatifs de chaque forme d'énergie primaire. Cette évolution est illustrée à la figure 3-15 qui présente la répartition des énergies primaires au Canada depuis 1871.

Le bois puis le charbon ont dominé à tour de rôle notre systéme énergétique. Le pétrole brut et le gaz naturel ont suivi un essor parallèle depuis la deuxième

Figure 3-14: CANADA'S PRODUCTION AND CONSUMPTION OF NATURAL GAS, 1955-1979



Source: After Canadian Petroleum Association, 1980.

energy system was much smaller and less complex. Today, the inertia to change is far greater because the system is large and entrenched. Oil also found ready acceptance because it possessed obvious advantages over other energy forms. Now we are being forced to consider some options which are not as appealing. One can safely predict that it will prove much more difficult to get off oil than it was to get on it.

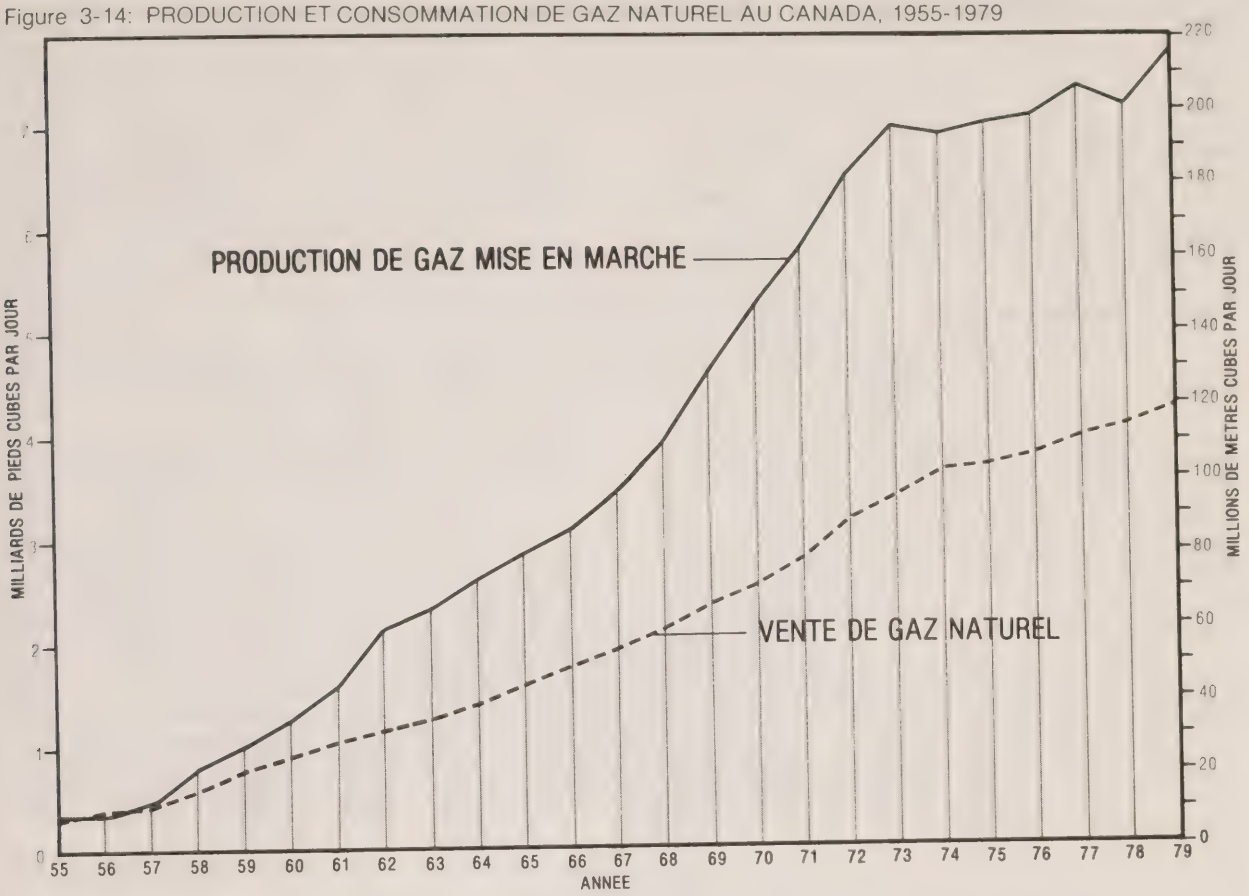
3. ENERGY LIFELINES

Energy moves across Canada in an extensive system of pipelines and transmission lines, supplemented in places by truck, rail, water and air transport. These energy distribution systems are so fundamental to the economy and so important to the well-being of Canadians that they may be thought of as energy "lifelines". We tend to appreciate their significance, however, only when they are disrupted. None of these systems is truly nationwide in extent, and lack of service by pipelines or the electrical grid to a region may represent both a problem in conventional energy supply and an opportunity for the penetration of alternative energy forms.

Hydro-electricity and nuclear-electricity together satisfy about 13% of Canada's primary energy requirements. Hydro and nuclear generating stations comprised 65% of Canada's installed electrical generating capacity at the end of 1979, with the remaining capacity made up of coal-, oil- and gas-fired stations. The use of electricity is spread over all sectors of the economy and most populated regions of the country. Such widespread use has been made possible by the construction of a complex transmission system.

Over 90% of the electricity used in Canada is generated and distributed by provincially-owned public utilities. In many locations interprovincial transmission lines have been built to service areas of adjacent provinces and to spread the benefits of reliability inherent in larger electrical systems. In all there are twenty-two

Figure 3-14: PRODUCTION ET CONSOMMATION DE GAZ NATUREL AU CANADA, 1955-1979



Source: D'après la Canadian Petroleum Association, 1980.

guerre mondiale pour remplacer le charbon et, au cours des vingt-cinq dernières années, le pétrole s'est établi comme le produit énergétique le plus important au Canada.

En moins de vingt ans, la part du pétrole est passée pendant les années 1940 et 1950 d'environ 20% à plus de 50%. Cette part s'est ensuite maintenue pendant 15 ans, mais a maintenant commencé à diminuer. On peut s'attendre à ce que le pétrole continue de perdre du terrain au profit des trois autres composantes de la figure 3-15, à savoir le gaz naturel, l'électricité primaire et le charbon.

Même si la figure 3-15 montre qu'un système énergétique peut être modifié sensiblement en un temps assez court, cette interprétation n'est pas entièrement juste. La croissance de la part du pétrole dans la consommation d'énergie au Canada est survenue alors que cette consommation était moins importante et moins diversifiée. Aujourd'hui, la résistance au changement est beaucoup plus grande car le système est important et bien enraciné. Le pétrole a aussi été accepté d'emblée parce qu'il présente des avantages évidents sur les autres formes d'énergie. Maintenant, nous sommes obligés d'envisager des solutions qui sont moins séduisantes. On peut prévoir, sans trop risquer de se tromper, qu'il sera beaucoup plus difficile de se passer du pétrole qu'il ne l'a été de l'adopter.

3. LES ARTÈRES DE DISTRIBUTION

Le transport de l'énergie au Canada est assuré par un vaste réseau de pipe-lines et de lignes de transmission complété, par endroits, par les camions, les chemins de fer et le transport par voie d'eau et par air. Ces réseaux de distribution de l'énergie jouent un rôle tellement fondamental dans l'économie et sont si importants pour le bien-être des Canadiens, qu'on pourrait les comparer aux «artères» d'un organisme vivant. Ce n'est toutefois que lorsqu'une perturbation y survient que nous les apprécions à leur juste valeur. Aucun de ces réseaux ne possède une envergure vraiment nationale et l'absence d'un service de pipe-lines ou de réseau électrique dans une région peut représenter un problème sur le plan de l'approvisionnement en énergie conventionnelle et offrir une occasion de mise en place d'énergie de remplacement.

Figure 3-15: THE PRIMARY ENERGY MIX IN CANADA SINCE 1871



Source: After Steward, 1978.

separate provincial interconnections in excess of 100 kV, with two more proposed or under construction. Canada's main transmission lines are illustrated in Figure 3-16.

In addition to the interprovincial links, there are more than 100 transmission lines between Canada and the United States, which provide over 8,000 megawatts in power transfer capability. About one-half of the international transfer lines connect Ontario to utilities in New York and Michigan. The remainder of the lines link New Brunswick with Maine, Quebec with New York and Vermont, Manitoba with North Dakota and Minnesota, and British Columbia with Washington. Several new high voltage lines (from Ontario to New York and from Manitoba to the North-Central States) are in the planning, licensing or construction stages. These new lines will add a further 3,240 megawatts of transfer capability.

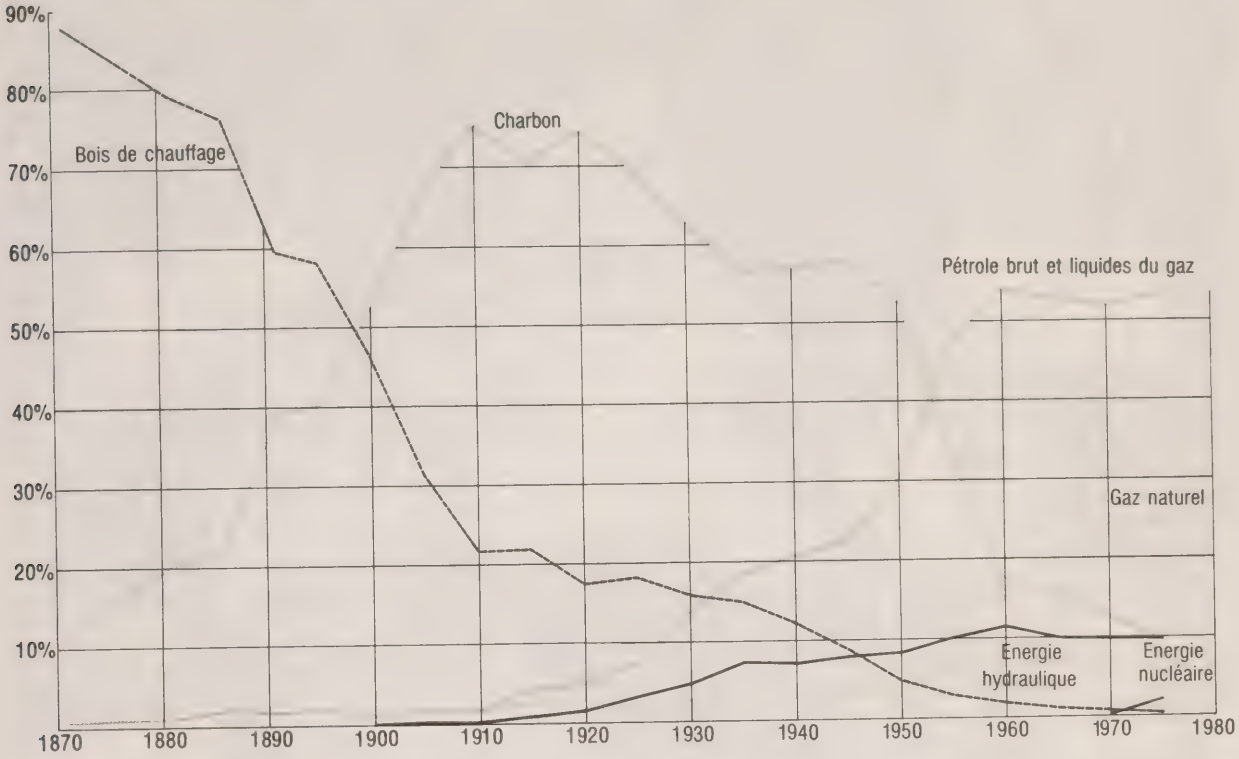
At the present time, the largest addition being made to Canada's electrical network is the extensive system for transmitting power from the James Bay Project to southern markets. This system involves five parallel 735 kilovolt AC lines, the first of which was completed in September 1979. The remaining lines are due to be finished by October 1984. A single 500 kV AC line between the Fraser Valley in B.C. and Calgary is the other major transmission line under construction today.

Canada has an oil pipeline system for moving domestically-produced oil to refining centres from British Columbia to Quebec, and for bringing imported oil into Montreal via the United States. Neither Vancouver Island nor any of the country east of Montreal is connected to this distribution network. Figure 3-17 shows existing and proposed pipelines.

The Trans Mountain Pipeline consists of 1,156 km of pipeline between Edmonton and Vancouver, with connections to the Westridge Marine Terminal (in Vancouver) and to the American border where it joins pipelines serving four refineries in Washington State. This pipeline system has a pumping capacity of 410 thousand barrels per day (65,180 m^3/d) and a storage capacity of 4.35 million barrels (692,000 m^3).

The major cross-Canada pipeline delivering western oil to eastern refineries and consumers is the Interprovincial Pipe Line. This system runs 3,700 km across the Canadian prairies, through the United States south of Lakes Huron and Michigan to Sarnia, Toronto and Mon-

Figure 3-15 LA RÉPARTITION DE L'ÉNERGIE CONVENTIONNELLE AU CANADA DEPUIS 1871



Source: D'après Steward, 1978.

L'hydro-électricité et l'électricité d'origine nucléaire satisfont ensemble 13% environ des besoins canadiens en énergie primaire. Les centrales hydro-électriques et nucléaires représentaient 65% de la capacité installée de production d'électricité au Canada à la fin de l'année 1979, le reste étant fourni par des centrales thermiques fonctionnant au charbon, au pétrole et au gaz. L'utilisation de l'électricité est généralisée dans tous les secteurs de l'économie et dans chacune des régions du pays. Une utilisation aussi répandue n'a été rendue possible que par la construction d'un réseau complexe de transmission.

Plus de 90% de l'électricité utilisée au Canada est produite et distribuée par des entreprises provinciales de service public. Nombreux sont les endroits où des lignes interprovinciales de transmission ont été construites pour desservir des secteurs de provinces adjacentes et pour étendre les avantages de la fiabilité inhérente aux grands réseaux électriques. Il existe en tout 12 interconnexions provinciales distinctes de plus de 100 kV et deux autres sont projetées ou en voie de construction. La figure 3-16 illustre les principales lignes de transmission au Canada.

En plus de ces lignes interprovinciales, il existe plus de 100 lignes de transmission entre le Canada et les États-Unis, dont la capacité de transport est supérieure à 8,000 mégawatts. Plus de la moitié de ces lignes internationales relient l'Ontario à des compagnies de service public des États de New-York et du Michigan. Les autres relient le Nouveau-Brunswick au Maine, le Québec aux États de New-York et du Vermont, le Manitoba au Dakota du Nord et au Minnesota et enfin la Colombie-Britannique à l'État de Washington. Plusieurs nouvelles lignes à haute tension (reliant l'Ontario à l'État de New-York et le Manitoba aux États du centre-ouest) en sont au stade de la planification, de l'obtention d'un permis ou de la construction. Ces nouvelles lignes permettront d'accroître de 3,240 mégawatts la capacité de transport d'énergie électrique.

A l'heure actuelle, la plus importante addition au réseau canadien de distribution de l'énergie électrique en construction est l'important réseau de transmission allant de la Baie James vers les marchés du sud. Ce système comporte cinq lignes parallèles de 735 kV c.a. dont la première a été terminée en septembre 1979. On prévoit que la construction des autres lignes sera terminée en octobre 1984. La seule autre ligne de transmis-



Figure 3-16: THE MAIN ELECTRICAL TRANSMISSION LINES AND GENERATING STATIONS IN CANADA

Source: Canada, Department of Energy, Mines and Resources, 1980a.

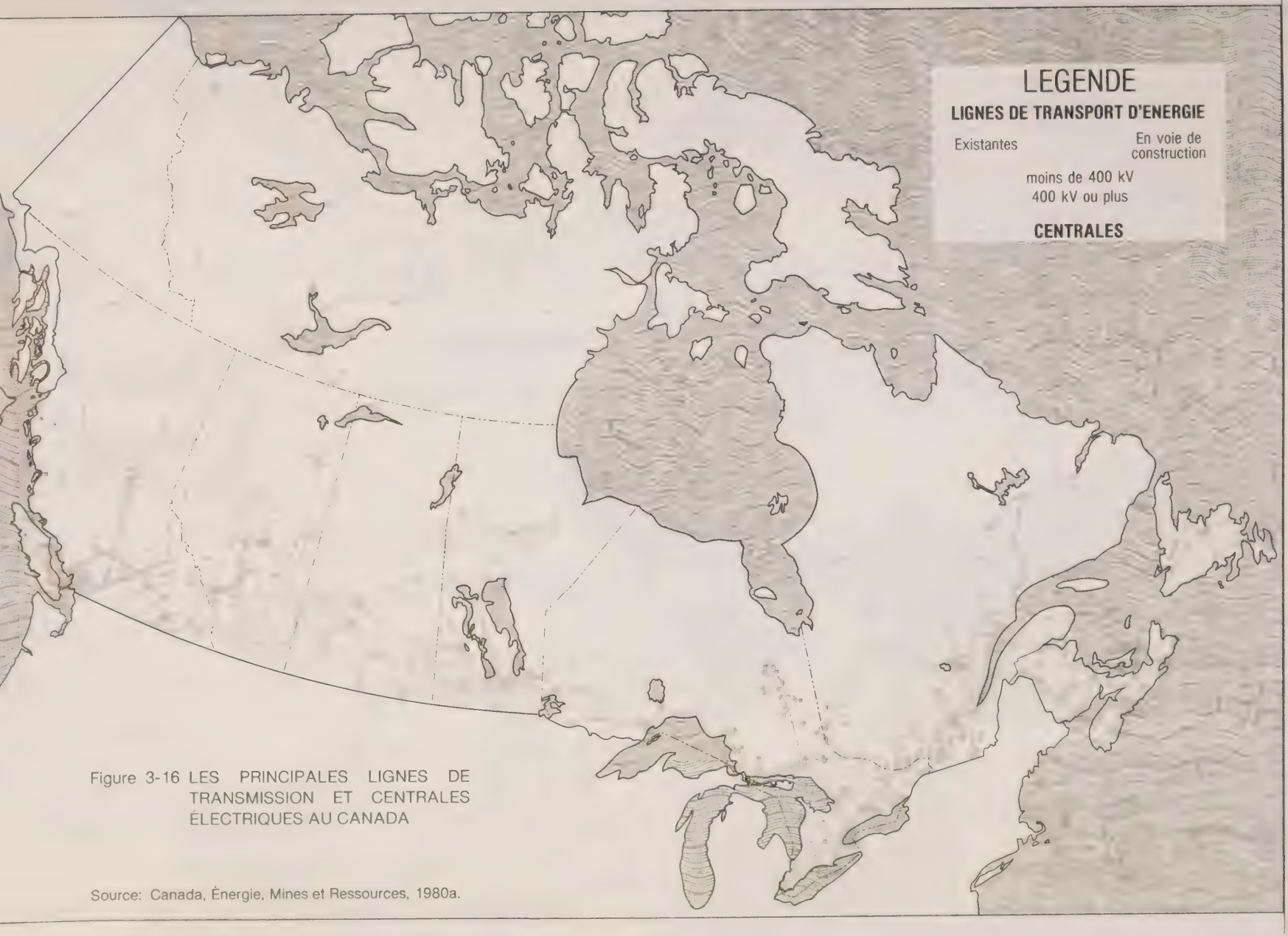


Figure 3-16 LES PRINCIPALES LIGNES DE TRANSMISSION ET CENTRALES ÉLECTRIQUES AU CANADA

Source: Canada, Énergie, Mines et Ressources, 1980a.



Figure 3-17: CANADA'S OIL PIPELINE DISTRIBUTION SYSTEM

Source: Canada, National Energy Board, 1980.



Figure 3-17: RÉSEAU DE DISTRIBUTION DU PÉTROLE PAR OLÉODUC AU CANADA

Source: Canada, Office national de l'énergie, 1980.



Figure 3-18: CANADA'S GAS PIPELINE DISTRIBUTION SYSTEM

Source: Canada, National Energy Board, 1980.



Figure 3-18: RÉSEAU DE GAZODUCS AU CANADA

Source: Canada, Office national de l'énergie, 1980.

treal, with a lateral line to Buffalo. It has a capacity to pump 1,528 thousand barrels/day (243,000 m^3/d) and for the last few years has been running at or near capacity. The storage capacity of this large pipeline system is about 16.25 million barrels (2.6 million m^3).

The third pipeline system serving Canadian refineries is the Portland-Montreal Pipe Line. This 380 km pipeline has a design capacity of 550 thousand barrels/day (87,440 m^3/d) but since mid-1976 has been operating very much below this level since Montreal began receiving roughly 300 thousand barrels/day (47,700 m^3/d) from Western Canada through the Interprovincial extension.

A system of gas pipelines delivers Western Canadian gas to markets across the country from Vancouver to Quebec, but the Maritime Provinces and Vancouver Island have yet to be connected to this distribution system. The Westcoast Transmission Company serves British Columbia and western U.S. markets with gas from British Columbia, Alberta, the Yukon and Northwest Territories. This system delivered a total of 146 billion cubic feet (4.13 billion cubic metres) to British Columbia markets in 1979. In addition the system is licensed to export 869 million cubic feet per day (24.59 million cubic metres) to the United States.

In Alberta, the Alberta Gas Trunk Line operates a total of 10,836 kilometres of pipeline to collect gas from the many small wells scattered throughout the Province. This system feeds into the large-diameter system operated by TransCanada PipeLines Limited. TransCanada's pipeline extends from Alberta to Quebec with lateral lines stretching to the international border at Emerson, Manitoba; Sault Ste. Marie, Sarnia and Niagara Falls, Ontario; and Philipsburg, Quebec. The total system comprises 9,344 km of pipeline and transports an average of 85 million cubic metres of natural gas daily to almost two million Canadian customers.

Recently a license was granted to extend the TransCanada system beyond Montreal to Quebec City. In the National Energy Program the Federal Government announced its intention to ensure that the system is extended still further to serve the Maritime Provinces by 1983. The extension will be designed to allow for gas flow in either direction so that it can be delivered from the Maritimes should commercial discoveries be made off the East Coast.

In the future, new pipelines will be required to connect frontier and offshore gas to markets. To accommodate this need several proposals have been put before the National Energy Board. The "Dempster Lateral" would be used to transport Mackenzie Delta gas to Canadian markets in conjunction with the larger Alaska Highway Natural Gas Pipeline System, which has already been given Canadian approval to carry U.S. gas to American markets.

The Arctic Pilot Project seeks permission to deliver Arctic gas to southern markets in liquified form, and the Polar Gas Project is designed to bring both Mackenzie Delta and Arctic gas to sourthern markets via pipeline. The recent gas find off Sable Island could be connected to the mainland by pipeline, but no proposal for such a line has yet been made. This must await better definition of the gas reserves available.

Existing and proposed natural gas distribution systems are illustrated in Figure 3-18. Proposed distribution systems include those presently in the regulatory approval process.

4. REGIONAL CONSIDERATIONS

Not yet revealed in our discussion are the regional energy imbalances which exist in this country. Figure 3-19 brings this situation into focus, displaying the production of primary energy in Canada by region against the net energy demand within that region, for the year 1978. Saskatchewan, for example, had a primary energy production that year of 517 petajoules and a net energy demand of 306 petajoules. Even allowing for conversion losses, Saskatchewan produced from within its own borders substantially more energy than it required for its needs (although not necessarily in the appropriate form). Consequently Saskatchwan was a region of Canada with surplus energy which could be sold in other parts of the country and abroad.

Now consider all the regions of Canada represented in Figure 3-19. Only in the western part of the country—British Columbia, Alberta and Saskatchewan—does primary energy production exceed net energy demand. Alberta dominates as an energy supplier; Ontario and Quebec as energy consumers. Thus the prevailing flow of energy in Canada's system is from west to east. Based upon 1978 data, Alberta alone produced 71% of Canada's energy while consuming only 12%. In contrast, Ontario accounted for less than 4% of Canada's primary energy production but 37% of its net energy demand. It is not difficult to understand why the two Provinces have had opposing views on energy pricing. Neither is it hard to understand why different regions of the country view opportunities in the alternative energy field in such varying ways.

Moreover, this regional energy imbalance is greater than that indicated in the statistics of primary energy production alone — Western Canada contains two energy resources, in addition to conventional crude oil and natural gas, which are presently being exploited at only a fraction of their potential, namely coal and the oil sands. This region of Canada will continue to dominate the supply side of the domestic energy scene for many years to come.

sion majeure actuellement en construction est la ligne de 500 kV c.a. reliant la vallée du Fraser en C.-B. à Calgary.

Le Canada dispose d'un réseau bien développé d'oléoducs pour le transport du pétrole produit au pays vers les centres de raffinage, de la Colombie-Britannique au Québec, ainsi que jusqu'à Montréal pour le transport du pétrole importé, en provenance des États-Unis. Cependant, l'île de Vancouver et toutes les régions du pays situées à l'est de Montréal ne sont pas reliées à ce réseau de distribution. La figure 3-17 indique les oléoducs existants et les oléoducs projetés.

La société Trans Mountain Pipeline exploite un oléoduc d'une longueur de 1,156 km entre Vancouver et Edmonton et les raccordements au terminal maritime de Westbridge (à Vancouver) et à la frontière américaine où il rejoint les oléoducs desservant quatre raffineries de l'État de Washington. Le débit maximal de ce réseau est de 410,000 barils par jour 65,180 m^3/j et sa capacité de stockage est de 4.35 millions de barils (692,000 m^3).

Le principal oléoduc transcanadien transportant du pétrole de l'Ouest vers les raffineries et les consommateurs de l'Est est l'oléoduc exploité par Interprovincial Pipeline. Cet oléoduc d'une longueur de 3,700 km traverse les Prairies canadiennes et une partie des États-Unis au sud des lacs Huron et Michigan pour aboutir à Sarnia, Toronto et Montréal, et comporte un raccordement latéral aboutissant à Buffalo. Le débit maximal de cette conduite est de 1,528 milliers de barils par jour (243,000 m^3/j) et elle a été exploitée à pleine capacité ou presque au cours des quelques dernières années. La capacité de stockage de cet important oléoduc est de 16.25 millions de barils (2.6 millions de m^3) environ.

Le troisième réseau desservant les raffineries canadiennes est celui exploité par Portland-Montreal Pipe-Line. Cet oléoduc d'une longueur de 380 km a une capacité nominale de transport de 550 milliers de barils par jour (87,440 m^3/j) mais ne transporte que des quantités bien inférieures à cette capacité nominale depuis la mi-1976, quand Montréal a commencé à recevoir quelque 300 milliers de barils par jour (47,700 m^3/j) de l'Ouest du Canada par le réseau de l'Interprovincial.

Un réseau de gazoducs transporte le gaz de l'Ouest canadien vers les marchés situés d'un bout à l'autre du pays, de Vancouver au Québec, mais les provinces de l'Atlantique et l'Île de Vancouver n'ont pas encore été raccordées à ce réseau de distribution. La Westcoast Transmission Company livre aux marchés de la Colombie-Britannique et de l'Ouest des États-Unis du gaz provenant de Colombie-Britannique, d'Alberta et des Territoires du Yukon et du Nord-Ouest. Cette entreprise a livré un total de 146 milliards de pieds cubes (4.13 milliards de mètres cubes) aux marchés de la Colombie-Britannique en 1979. De plus, cette société a l'autorisation d'exporter 869 millions de pieds cubes par jour (24.59 millions de mètres cubes) aux États-Unis.

En Alberta, l'Alberta Gas Trunk Line exploite un réseau d'une longueur totale de 10,836 km pour recueillir le gaz des nombreux petits puits disséminés dans la province. Ce réseau est raccordé au réseau de conduites de gros diamètre exploité par TransCanada Pipe-Lines Limited. Le gazoduc de TransCanada s'étend de l'Alberta jusqu'au Québec avec des conduites latérales qui vont jusqu'à la frontière internationale à Emerson (Manitoba); Sault-Ste-Marie, Sarnia et Niagara Falls (Ontario) et Philipsburg (Québec). Le réseau comprend en tout 9,344 km de gazoducs et achemine quotidiennement en moyenne 85 millions de mètres cubes de gaz naturel vers presque deux millions de consommateurs canadiens.

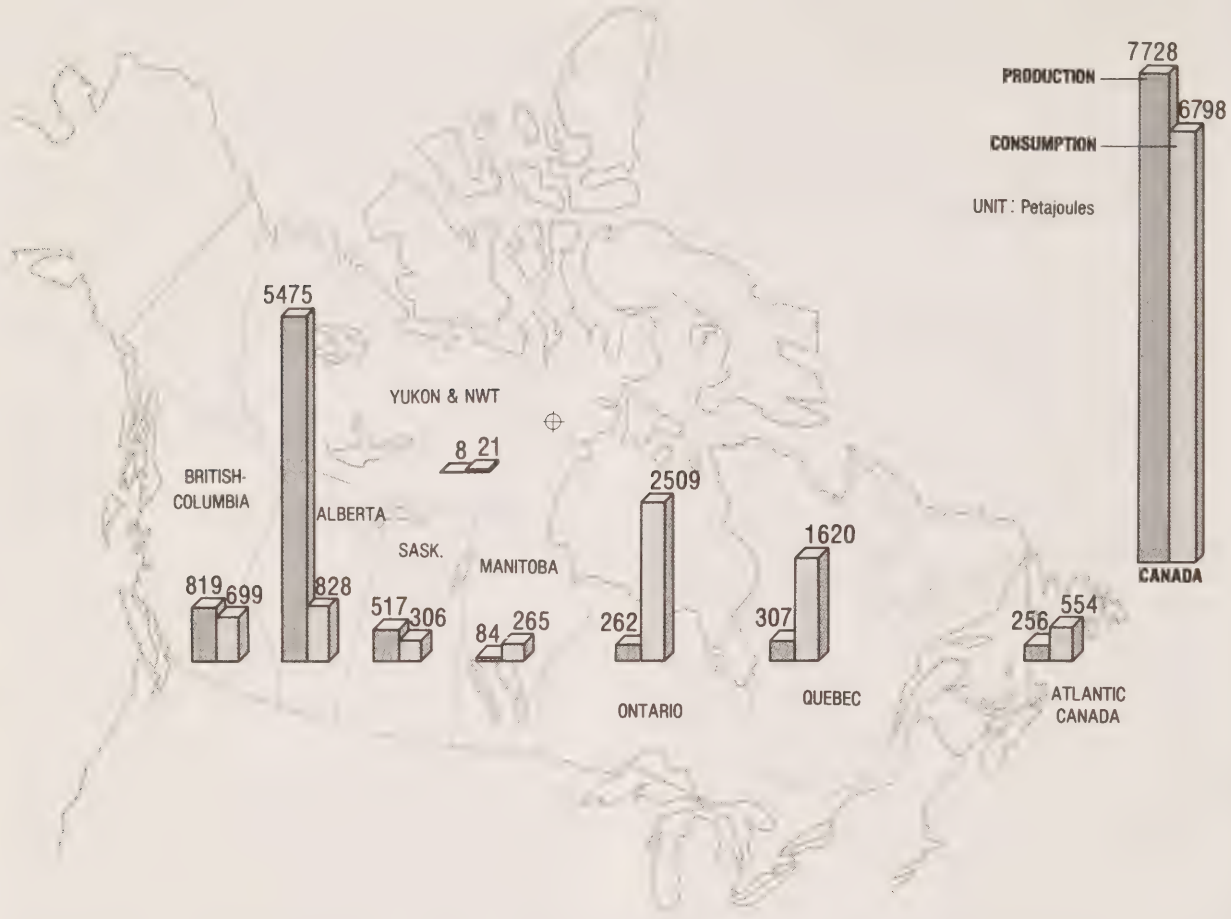
Récemment, un permis a été accordé à TransCanada, lui permettant d'étendre son réseau au-delà de Montréal jusqu'à la ville de Québec. Dans le cadre de son Programme énergétique national, le gouvernement fédéral a annoncé son intention d'assurer le prolongement du réseau jusque dans les provinces de l'Atlantique en 1983. Ce prolongement sera conçu de façon à ce que le gaz puisse circuler dans l'une ou l'autre direction, afin qu'il puisse être livré à partir des Maritimes dans l'éventualité de la découverte de gisements commerciaux au large de la côte Est.

A l'avenir, de nouveaux gazoducs seront nécessaires pour relier aux marchés les champs de gaz des régions pionnières et ceux situés au large des côtes. Plusieurs propositions visant à satisfaire ces besoins ont été présentées à l'Office national de l'énergie. L'«embranchement Dempster» serait utilisé pour le transport de gaz naturel du delta du Mackenzie vers les marchés canadiens, conjointement avec le gazoduc de plus grand diamètre de l'Alaska Highway Natural Gas Pipeline System qui a déjà reçu l'approbation canadienne pour transporter le gaz américain vers les marchés des États-Unis.

L'Arctic Pilot Project cherche à obtenir l'autorisation de livrer aux marchés du Sud du gaz naturel liquéfié provenant de l'Arctique, et le Polar Gas Project vise à transporter au moyen de gazoducs du gaz provenant du delta du Mackenzie et de l'Arctique et destiné aux marchés du Sud. Le gaz des gisements récemment découverts au large de l'île de Sable pourrait être transporté vers le continent par un gazoduc, mais aucune proposition concernant la construction d'une telle conduite n'a été présentée jusqu'ici. Il faudra d'abord préciser l'importance des réserves de gaz disponibles.

La figure 3-18 illustre les systèmes de transport du gaz naturel qui sont en place présentement ou dont l'aménagement est envisagé. Les réseaux de distribution

Figure 3-19: PRIMARY ENERGY PRODUCTION AND NET ENERGY CONSUMPTION BY REGION IN CANADA DURING 1978



Notes: [a] Data for Newfoundland, New Brunswick, Nova Scotia and Prince Edward Island are aggregated as Atlantic Canada for reasons of confidentiality in industry reporting. Energy statistics for the Yukon and Northwest Territories are also aggregated. Otherwise the regional breakdown is by province.

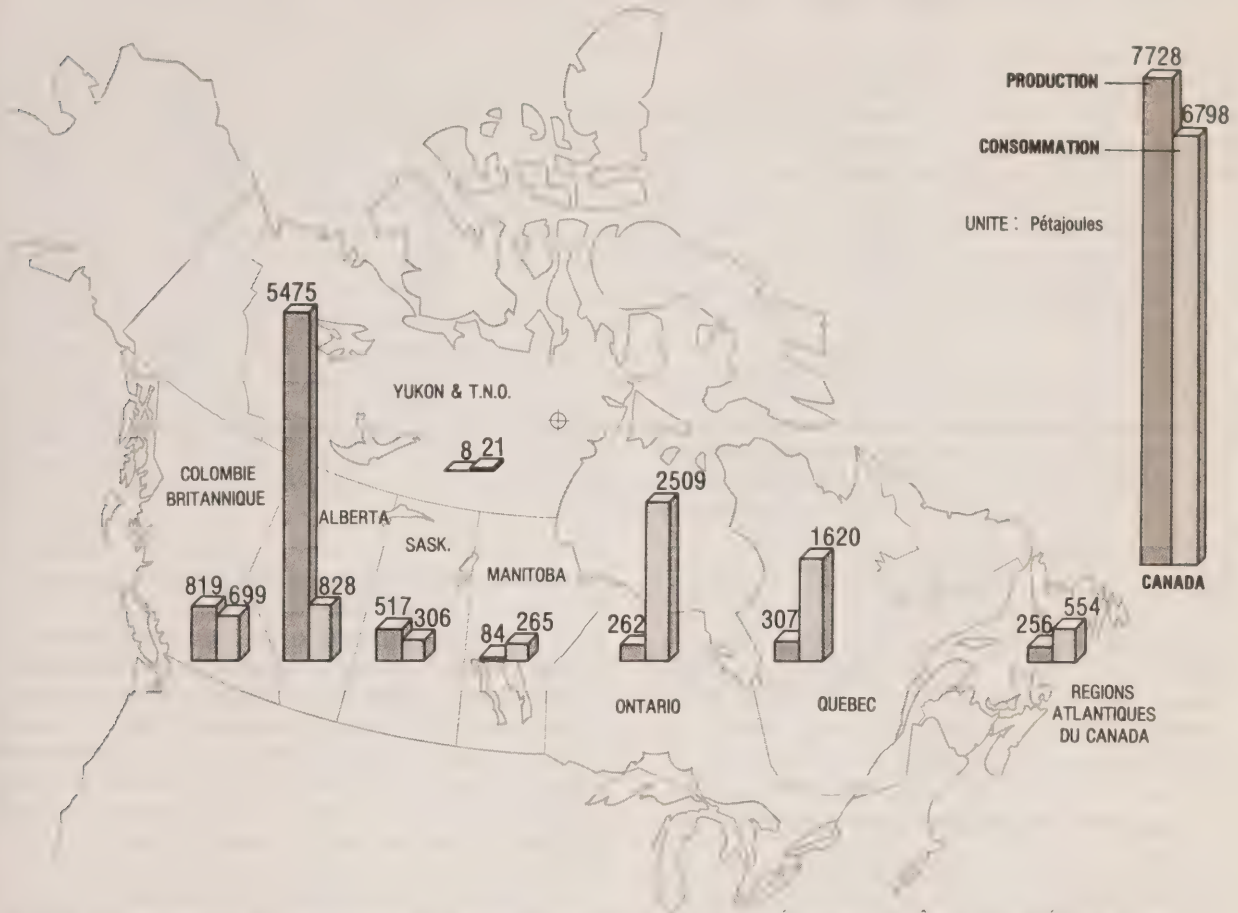
[b] Primary energy production refers to the energy extracted from a given region of Canada. We refer here to the production of crude oil (both conventional and synthetic), natural gas, natural gas liquids, coal, hydro-electricity and nuclear-electricity. Net energy consumption refers to energy actually consumed in a given region of Canada.

Source: After Canada, Statistics Canada, 1980.

The simple statement that Canada still satisfies about half of its energy requirements with liquid hydrocarbons (crude oil and natural gas liquids) also hides some startling regional variations. These variations are highlighted in Table 3-8 which gives the degree to which the regions of the country depend upon the various forms of conventional energy. Looking at Atlantic and Northern Canada's overwhelming dependence upon oil, it is not surprising that these regions of Canada show some of the strongest interest in alternative energy and oil substitution.

When one further considers that Canada's national distribution systems for crude oil and natural gas do not yet extend into the Maritimes, concern regarding the region's vulnerability to events abroad in the oil sector is quite understandable. With the potential to exploit alternative energy forms also varying substantially from region to region, it is clear that an alternative energy

Figure 3-19: PRODUCTION D'ÉNERGIE PRIMAIRE ET CONSOMMATION NETTE D'ÉNERGIE PAR RÉGION DU CANADA, EN 1978



NOTES: [a] Les données de Terre-Neuve, du Nouveau-Brunswick, de la Nouvelle-Écosse et de l'Île du Prince-Édouard sont regroupées sous la rubrique Provinces Maritimes pour respecter le caractère confidentiel des rapports de l'industrie. Les statistiques énergétiques pour les territoires du Yukon et du Nord-Ouest sont également regroupées. Ailleurs, la ventilation est faite par province.

[b] Production d'énergie primaire désigne l'énergie extraite d'une région donnée du Canada. Il s'agit ici de la production de pétrole brut (tant ordinaire que synthétique), de gaz naturel, de liquides extraits du gaz naturel, de charbon, d'hydro-électricité et d'électricité nucléaire. Consommation nette d'énergie désigne l'énergie effectivement consommée dans une région donnée du Canada.

SOURCE: Canada, Statistique Canada, 1980.

proposés comprennent ceux dont l'approbation est actuellement en cours d'étude.

4. CONSIDÉRATIONS D'ORDRE RÉGIONAL

Cette étude n'a pas encore mis en lumière les déséquilibres régionaux existant dans notre pays en ce qui concerne l'énergie. La figure 3-19 met l'accent sur ces déséquilibres et permet de comparer pour chaque région la production d'énergie primaire du Canada et la demande nette d'énergie en 1978. Par exemple, la Saskatchewan avait une production d'énergie primaire de 517 pétajoules et une demande énergétique nette de 306 pétajoules. Même en faisant la part des pertes résultant de la conversion, la Saskatchewan a produit à l'intérieur de ses frontières bien plus d'énergie qu'elle n'en avait besoin elle-même (même si l'énergie produite ne se présentait pas sous la forme appropriée). En conséquence, la Saskatchewan était une région du Canada présentant un surplus énergétique qui pouvait être vendu dans d'autres parties du pays ainsi qu'à l'étranger.

Table 3-8: PERCENTAGE CONTRIBUTIONS OF THE VARIOUS ENERGY FORMS TO NET DOMESTIC ENERGY CONSUMPTION IN CANADA BY REGION DURING 1978

	Crude Oil, Products and LPG	Natural Gas	Electricity[a]	Coal and Coal Products
Atlantic Canada	81.1%	0.0%	15.0%	3.9%
Quebec	68.1	6.1	24.4	1.4
Ontario	50.6	27.4	14.6	7.5
Manitoba	50.3	29.7	18.1	1.9
Saskatchewan	50.5	38.6	10.3	0.6
Alberta	40.5	50.8	8.3	0.3
British Columbia	55.0	23.7	20.6	0.6
Yukon & NWT	84.3	1.8	13.9	0.0
CANADA	56.5%	23.1%	16.8%	3.6%[b]

[a] Includes hydro-electricity, nuclear-electricity and electricity generated from burning fossil fuels (with coal accounting for roughly two-thirds of non-nuclear thermal-electric generation in Canada).

[b] This low value for coal's contribution at the level of net domestic consumption reflects the fact that about two-thirds of Canada's coal requirement is for thermal-electric generation.

Source: Canada, Statistics Canada, 1980.

strategy will have to be more highly tailored to various parts of the country than has been our conventional energy policy. It also follows that the needs of such areas as Atlantic and Northern Canada have a more pressing claim on our attention.

5. ALTERNATIVE ENERGY USE IN CANADA TODAY

There are only two renewable energy sources in use in Canada today in sufficient quantity to appear in national energy use statistics. The first is hydro-electricity, which accounts for a little more than 10% of Canada's primary energy needs. We have not dealt with conventional hydro-electricity in any detail since it is already in widespread use today and therefore lies beyond our terms of reference. It is mentioned here, however, to remind the reader that Canadians already derive a significant part of their energy supply from this renewable source. The second form of renewable energy which is widely used today is biomass. The direct combustion of wood wastes such as bark and sawdust for process heat and steam in the forest industry accounts for over 3% of Canada's primary energy consumption. It has been suggested that this figure could double over the next few years simply by making increased use of waste wood within the forest products industry.

It is estimated that there are now approximately 100,000 wood stoves being purchased and installed annually in Canada, although the total number of wood stoves is not known with any accuracy. Many consumers heat their homes with wood cut from small, individually-owned woodlots and, as no commercial transaction takes place in obtaining this fuel, it is difficult to collect accurate statistics on the use of wood for home heating. The firewood that is sold commercially does not give a good indication of the contribution wood does make because much of it is burned in fireplaces for aesthetic reasons, contributing little to home heating. An EMR estimate of the total use of biomass in Canada in 1980, taking note of the difficulties outlined above, was 3.5%, and the Department believes that biomass could contribute as much as 10% of Canada's primary energy supply by the turn of the century.

There is a third form of renewable energy which is being used more by luck than by design in this country, and that is passive solar heating. South-facing windows collect solar radiation and the energy trapped in this fashion contributes to a building's daytime heat requirements. Anyone sitting near a large, south-facing window on a clear winter day will be familiar with this phenomenon. Of course, at night the same window is responsible for a certain amount of heat loss. In terms of net contribution however, it is estimated that 1.5% of Canada's primary energy consumption in 1980 was in the form of passive solar heat. As is the case with domestic use of wood this is only a rough estimate, there being no simple way of obtaining precise data.

In total then, renewable energy sources supplied something more than 15% of Canada's primary energy needs in 1980, if one includes hydro-electricity. The contribution from biomass and solar alone totalled perhaps 5%.

Considérons maintenant l'ensemble des régions du Canada que nous présente la figure 3-19. Ce n'est que dans la partie occidentale du pays, Colombie-Britannique, Alberta et Saskatchewan, que la production d'énergie primaire excède la demande nette en énergie. L'Alberta occupe une position prééminente en tant que fournisseur d'énergie; l'Ontario et le Québec, par contre, sont des consommateurs d'énergie. Aussi, le flux énergétique dominant dans le cadre du système canadien est orienté d'ouest en est. Selon les données de 1978, l'Alberta a produit à elle toute seule 71% de l'énergie du Canada tout en n'en consommant que 12%. Par contre, l'Ontario représentait moins de 4% de la production énergétique primaire du Canada tout en étant la source de 37% de la demande énergétique nette. Il n'est guère difficile de comprendre pourquoi ces deux provinces ont des vues opposées en ce qui a trait à l'établissement des prix de l'énergie. De même, il n'est guère difficile de comprendre pourquoi les différentes régions du pays ont des vues tellement divergentes en ce qui concerne les possibilités qu'offre le domaine des énergies de remplacement.

Tableau 3-8: APPORT EN POURCENTAGE DES DIVERSES FORMES D'ÉNERGIE À LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE NATIONALE NETTE DU CANADA, PAR RÉGION, EN 1978

	Pétrole brut, produits du pétrole et GPL	Gaz naturel	Électricité[a]	Charbon et produits du charbon
Atlantique	81.1%	0.0%	15.0%	3.9%
Québec	68.1	6.1	24.4	1.4
Ontario	50.6	27.4	14.6	7.5
Manitoba	50.3	29.7	18.1	1.9
Saskatchewan	50.5	38.6	10.3	0.6
Alberta	40.5	50.8	8.3	0.3
Colombie-Britannique	55.0	23.7	20.6	0.6
Yukon et T.N.-O.	84.3	1.8	13.9	0.0
CANADA	56.5%	23.1%	16.8%	3.6%[b]

[a] Comprend l'hydro-électricité, l'électricité nucléaire et l'électricité obtenue par combustion des combustibles fossiles (les deux-tiers environ de la production thermoélectrique non nucléaire au Canada étant attribuables au charbon).

[b] Cette faible contribution du charbon au niveau de la consommation nationale nette est due au fait qu'environ les deux-tiers des besoins en charbon du Canada servent à la production thermoélectrique.

Source: Canada, Statistique Canada, 1980.

Par ailleurs, ce déséquilibre énergétique régional est plus important que ne l'indiquent les seules statistiques de production d'énergie primaire. L'Ouest du Canada possède, en plus du pétrole brut conventionnel et du gaz naturel, deux sources énergétiques qui sont présentement exploitées à une fraction seulement de leur potentiel à savoir le charbon et les sables bitumineux. Cette région du Canada continuera, pour des années encore, de dominer le secteur de l'approvisionnement de la scène énergétique nationale.

En indiquant simplement que près de la moitié des besoins énergétiques du Canada continuent d'être satisfaits par des hydrocarbures liquides (pétrole brut et liquides extraits du gaz naturel) on cache aussi d'impressionnantes disparités régionales qui sont mises en lumière par le tableau 3-8 qui permet de constater à quel degré les régions du pays dépendent de diverses formes d'énergie conventionnelle. La très forte dépendance de la région de l'Atlantique et du Nord du Canada par rapport au pétrole explique facilement que ces régions s'intéressent particulièrement aux énergies de remplacement et à la substitution du pétrole.

Si l'on sait que le réseau de distribution nationale canadien de pétrole brut et de gaz naturel ne touche pas encore les Maritimes, on ne peut manquer d'être très préoccupé par la vulnérabilité de cette région face aux événements pouvant se produire à l'étranger et affectant le secteur pétrolier. De plus, les possibilités d'exploitation des énergies de remplacement diffèrent profondément d'une région à l'autre; aussi, il est évident qu'une stratégie des énergies de remplacement devra être plus adaptée aux différentes régions du pays que ce ne fut le cas de notre politique en énergie conventionnelle. Il s'ensuit que nous devons accorder une attention pressante aux besoins des régions de l'Atlantique et du Nord du Canada.

5. UTILISATION ACTUELLE DE L'ÉNERGIE DE REMPLACEMENT AU CANADA

Le Canada n'utilise présentement que deux sources énergétiques renouvelables en quantité suffisante pour qu'elles puissent figurer dans les statistiques nationales d'utilisation de l'énergie. La première source énergétique renouvelable est l'hydro-électricité, qui fournit environ 10% de l'énergie primaire au Canada. Le présent rapport ne traite pas de l'hydro-électricité conventionnelle étant donné que cette forme d'énergie est grandement utilisée au Canada aujourd'hui. Toutefois, nous l'évoquons ici pour rappeler au lecteur que les Canadiens puisent déjà une part considérable de leur appro-

visionnement en énergie à cette source renouvelable. La biomasse constitue la deuxième source énergétique dont on se sert présentement sur une grande échelle. La combustion directe des déchets du bois, tels que l'écorce et la sciure de bois à des fins de production de chaleur et de vapeur dans l'industrie forestière représente plus de 3% de la consommation d'énergie primaire au Canada. On a même dit qu'en augmentant simplement l'utilisation des déchets du bois par l'industrie forestière on pourrait porter cette proportion à 6% d'ici quelques années.

On évalue présentement à environ 100,000 le nombre de poêles à bois que les Canadiens achètent et installent annuellement bien que le nombre total de poêles à bois n'est pas connu de façon précise. En outre, de nombreux consommateurs qui se chauffent au bois abattent eux-mêmes les arbres dans de petits lots boisés appartenant à des particuliers et, comme aucune transaction commerciale n'a lieu pour obtenir ce combustible, il est très difficile de recueillir des données précises sur l'utilisation du bois à des fins de chauffage domiciliaire. Le bois de chauffage qu'on retrouve sur le marché ne permet pas de mesurer sa contribution au plan énergétique puisqu'on le brûle en grande partie dans des foyers pour des raisons esthétiques, contribuant peu au chauffage de la maison. Compte tenu des difficultés susmentionnées, EMR estime à 3.5% l'utilisation de la biomasse au Canada en 1980 et ce ministère pense que la biomasse pourrait contribuer jusqu'à 10% de l'approvisionnement énergétique primaire du Canada d'ici le tournant du siècle.

Il existe une troisième forme d'énergie renouvelable dont se servent les Canadiens plus par hasard qu'à dessein: le chauffage solaire passif. Les fenêtres faisant face au sud recueillent et emmagasinent la radiation solaire, contribuant ainsi au chauffage diurne d'un édifice. Quiconque s'est assis près d'une grande fenêtre donnant du côté sud par une belle journée ensoleillée d'hiver connaît ce phénomène. Bien sûr, il se perd la nuit, par cette même fenêtre, une certaine quantité de chaleur. Toutefois, pour ce qui est du chauffage solaire passif, on estime à 1.5% sa contribution à la consommation énergétique primaire du Canada en 1980. Comme pour l'utilisation du bois sur le plan national, il ne s'agit là que d'une estimation, étant donné qu'il est impossible de recueillir des données précises sur cette question.

Au total donc, les sources énergétiques renouvelables ont fourni en 1980 environ 15% des besoins en énergie primaire du Canada, compte tenu de l'hydroélectricité. La biomasse et le soleil à eux seuls ont peut-être contribué dans l'ordre de 5%.

An Evolution in Energy Outlook

The 1973 EMR Report, *An Energy Policy for Canada,* noted that energy policies were "complex, diverse and incapable of simple formulation." These policies have also been highly changeable, making a brief detailing of their history difficult. Nonetheless such a description is presented here, in an attempt to put the Committee's study into an historical context.

Generally speaking, energy policy is formulated to meet a number of broad national aspirations. These objectives, as perceived in 1973 before the OPEC price increases, were related totally to energy supply considerations and can be stated as follows: ensuring adequate supplies of energy at competitive prices; safeguarding national security; encouraging energy resource development; exporting surplus energy supplies under terms that benefit the nation; acquiring energy supplies from abroad when they are more economic than domestic sources; and, in general, aligning energy policy objectives with other national goals such as Canadian control of its energy industries and protection of the environment.

The 1973 review was optimistic and the general philosophy behind it maintained that energy use and economic growth were closely linked — the fact that Canada's demand for energy would consequently continue to increase was accepted as an inescapable consequence of our continued prosperity. Furthermore, the potential of the oil sands and frontier oil and gas indicated we could indeed have abundant, reasonably-priced energy to maintain a high rate of economic growth.

In 1976 the report *An Energy Strategy for Canada* showed a marked change in EMR's philosophy. This report was written during what was described as an energy crisis and is thus imbued with a pessimism which was not evident in 1973. Our proven reserves of oil and low-cost gas had begun to decline while demand continued to increase. Our exports of oil were declining but imports were increasing and Canada was faced with rising import compensation payments. Drilling results in Canada's frontier regions were disappointing and extracting oil from the tar sands was proving to be more expensive than previously anticipated. In light of such difficulties, the Government began to look seriously at the need to reduce the rate at which our demand for energy was growing. At the same time, policies were being sought to reduce our dependence on imported oil by switching to other energy forms available domestically in significant quantities. The expression "energy self-reliance" was introduced by the Government in 1976 to indicate its approach to improving the nation's energy situation. The notion that low-cost energy was essential for Canadians to maintain their standard of living was replaced by the realization that although we have many energy supply options, none of them will supply cheap energy.

The 1976 report also outlined a number of policies designed to meet the stated objectives. These measures included moving domestic oil prices towards international levels; reducing the rate of growth in energy demand to less than 3.5% annually through energy conservation programs; increasing exploration and development in frontier areas of Canada (with Petro-Canada subsequently to aid in this task); promoting interfuel substitution to reduce the share of our energy needs satisfied by oil; building new gas and oil pipelines; and increasing research and development in the energy sector. From our point of view, this latter point is particularly important because it marked the first time that funding for conservation and renewable energy research and development received special mention. The subject of funding for energy research and development is important since it is through such funding that implementation of the options chosen in a policy statement are made possible.

The Canadian effort in energy research, development and demonstration (RD & D) at the federal level which should have helped to achieve some of the above objectives was unimpressive throughout the 1970s, and there was no significant increase in real annual expenditures despite the rising concern over energy supplies which had developed from 1974 to the end of the 1970s. Figure 3-20 shows the evolution of Federal Government energy RD & D budgets from 1974 to 1979, in current and constant dollars. Provincial government expenditures are not included in Figure 3-20.

Évolution dans les perspectives énergétiques

Le rapport de 1973 intitulé *Une politique énergétique pour le Canada* (1973) du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources déclarait que les politiques énergétiques étaient «complexes, variées et impossibles à formuler simplement». Ces politiques ont également beaucoup changé, ce qui rend difficile de dresser brièvement leur historique. Néanmoins, afin de situer l'étude du Comité dans un cadre historique, on s'est efforcé dans ces pages d'arriver à une telle description.

Dans l'ensemble, on formule une politique énergétique pour répondre à un certain nombre d'aspirations nationales de portée générale. Avant les augmentations de prix de l'OPEP en 1973, ces objectifs étaient totalement reliés à des considérations d'approvisionnement énergétique et peuvent se résumer ainsi: garantir des approvisionnements adéquats d'énergie à des prix concurrentiels; préserver la sécurité nationale; encourager la mise en valeur des ressources énergétiques; exporter les excédents d'énergie de façon profitable pour la nation; acheter des approvisionnements d'énergie à l'étranger quand ils sont plus économiques que les approvisionnements nationaux; et, en général, orienter les objectifs de la politique énergétique en fonction des autres buts nationaux comme l'obtention d'une prépondérance canadienne dans les industries énergétiques du pays et la protection de l'environnement.

Ce rapport de 1973 était optimiste et se fondait sur l'idée générale que l'utilisation de l'énergie et la croissance économique étaient étroitement liées. Le fait que la demande énergétique du Canada irait donc en augmentant était accepté comme une conséquence inévitable de la continuation de notre prospérité. Qui plus est, le potentiel des sables pétrolifères et des réserves de pétrole et de gaz dans les régions pionnières indiquait que nous pourrions effectivement profiter de réserves d'énergie abondantes et à prix raisonnable pour maintenir un taux élevé de croissance économique.

Le rapport de 1976 intitulé *Une stratégie énergétique pour le Canada* (EMR, 1976) marqua un changement net dans la philosophie du Ministère. Ce rapport avait été rédigé alors que sévissait ce qu'on appelait la crise énergétique et reflétait donc un pessimisme qu'on ne retrouve pas dans le rapport de 1973. Nos réserves prouvées de pétrole et de gaz à bon marché avaient commencé à diminuer alors que la demande ne cessait de s'accroître. Nos exportations de pétrole étaient à la baisse mais les importations augmentaient et le Canada devait verser des subventions compensatoires de plus en plus élevées. Les explorations de forage dans les régions pionnières du Canada produisaient des résultats décevants et l'extraction du pétrole à partir des sables bitumineux se révélait plus coûteuse que prévu. Face à de telles difficultés, le gouvernement commença à étudier sérieusement la nécessité de réduire le taux de croissance de la demande énergétique. Dans un même temps, le gouvernement cherchait à formuler des politiques qui nous rendraient moins dépendants du pétrole importé en réorientant la demande vers des formes d'énergie disponibles en grandes quantités au Canada. Le gouvernement introduisit la notion d'autosuffisance énergétique en 1976 pour indiquer dans quelle optique il envisageait d'améliorer la situation énergétique du pays. Au lieu de continuer à penser qu'une énergie bon marché était essentielle au maintien du niveau de vie des Canadiens, on commençait à se rendre compte qu'aucune des nombreuses options énergétiques de remplacement ne pourrait fournir de l'énergie à bon marché.

Le rapport de 1976 traçait également les grandes lignes de politiques visant à atteindre les objectifs énoncés. Au nombre de ces mesures, on compte la hausse graduelle du prix national du pétrole aux niveaux internationaux, la réduction à moins de 3.5% par an du taux de croissance de la demande énergétique grâce à des programmes de conservation de l'énergie, un effort supplémentaire sur le plan de l'exploration et de la mise en valeur dans les régions pionnières du Canada (Petro-Canada devant subséquemment participer à cette tâche), la promotion du remplacement du pétrole par d'autres combustibles pour réduire la proportion de nos besoins énergétiques satisfaits par le pétrole, la construction de nouveaux oléoducs et gazoducs, et un plus grand effort de recherche et de développement dans le secteur de l'énergie. De notre point de vue, ce dernier point est particulièrement important car c'est la première fois qu'on mentionnait spécifiquement le financement de la recherche et du développement en matière de conservation et d'énergie renouvelable. Le finance-

An Evolving Federal View of Energy Strategy in Canada

Foreword, *An Energy Policy for Canada - Phase 1,* 1973

The attainment of many of our national goals is dependent on our continued access to low-cost supplies of energy: the growth in our standards of living, as individuals and as nations; the improvement in the quality of life, in the choices available to us.

At the international level we have heard expressions of concern about the availability and cost of energy in the future. In Canada we have had the good fortune to be endowed with substantial supplies of all five main sources of energy: coal, oil and gas, hydro power and uranium. But with our climate, and with the transportation demands imposed on us by our vast land-area, our demand for energy is also substantial.

Foreword, *An Energy Strategy for Canada: Policies for Self-Reliance,* 1976

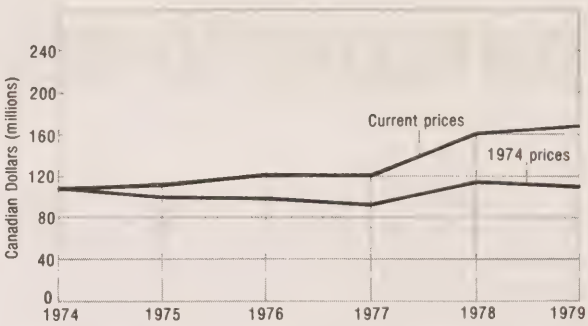
While our proved reserves of oil and low-cost gas continue to decline, Canadian demands for these energy forms continue to increase. The growing gap between our energy demands and our ability to supply them from domestic reserves suggest that we could become increasingly dependent on the rest of the world, and the Organization of Petroleum Exporting Countries in particular, for our future oil supplies. This prospect carries with it economic and political risks which the Government of Canada views with concern.

We have, within Canada, the people, the equipment, the expertise and the potential energy resources to reduce substantially our dependence on imported oil. We can do this by reducing the rate at which our energy requirements grow in the future, by substituting those energy forms which are in relatively abundant supply in Canada for those that are not, by accelerating the search required to find new oil and natural gas — to convert the potential of our undiscovered energy resources to proved reserves from which our needs can be supplied. All of these options will be expensive, but all must be pursued...

The National Energy Program 1980, p. 9

...Canada's energy problem is not only manageable, but its solution can draw from many options. Canada has the diversified energy resource base to support a relatively quick and clean shift away from world oil. Canada also has the time to make the transition to an economy that is more efficient in its use of energy, and more dependent upon renewable energy sources.

Figure 3-20: EVOLUTION OF FEDERAL GOVERNMENT ENERGY RD&D BUDGETS IN CURRENT AND 1974 DOLLARS



Source: After International Energy Agency, 1980b, p. 114.

In 1979 the total Federal expenditure on energy RD&D amounted to slightly more than $162 million, broken down in general terms as follows (IEA, 1980b):

Conventional Nuclear	$103.6 million (63.8%)
Fossil Fuels	16.5 million (10.2%)
New Energy Sources	21.7 million (13.4%)
Energy Conservation	12.5 million (7.7%)
Nuclear Fusion	2.9 million (1.8%)
Supporting Technologies	5.1 million (3.1%)
TOTAL	$162.3 million

This amounted to only 15.5% of total Federal expenditure on RD & D and represented a decline of 4.5% from 1978 in real terms. Clearly a re-examination of funding for energy RD & D in this country is in order. We will not be able to exercise our various energy options if sufficient support for their development is not forthcoming.

The 1980 National Energy Program is the most recent statement of the Federal Government's view of Canada's energy situation. Perhaps one of the most significant aspects of this statement is an increased emphasis on reducing our energy demand as well as increasing the use of alternative energy sources.

The 1980 program states that our commitment to developing nuclear technologies will continue but the overall emphasis on energy RD & D will shift towards finding alternatives to gasoline, increasing the efficiency of energy use and developing new energy sources. It is in the context of such a shift in emphasis that this Committee was established and it is in this atmosphere that our report will be considered.

L'évolution de la conception fédérale d'une stratégie énergétique pour le Canada

Avant-propos, *Une politique énergétique pour le Canada—Phase 1,* 1973

La réalisation de bon nombre de nos objectifs nationaux dépend de notre accès continu à des approvisionnements énergétiques à bon marché. La croissance de nos niveaux de vie, en tant qu'individus et en tant que nations, ainsi que l'amélioration de la qualité de la vie, dépendent des choix qui s'offrent à nous.

Sur le plan international, nous avons entendu exprimer des inquiétudes pour ce qui est de la disponibilité et des coûts futurs de l'énergie. Au Canada, nous avons la chance de pouvoir compter sur des approvisionnements substantiels dans les cinq principales sources d'énergie, à savoir le charbon, le pétrole, le gaz, l'hydro-électricité et l'uranium. Toutefois, en raison de notre climat et des contraintes de transport que nous impose la vaste étendue de notre pays, notre demande énergétique est également très grande.

Avant-propos, *Une stratégie énergétique pour le Canada: Politiques pour une autosuffisance,* 1976

Tandis que nos réserves prouvées de pétrole et de gaz à bon marché continuent de diminuer, la demande canadienne de ces formes d'énergie poursuit sa croissance. L'écart grandissant qui sépare nos besoins énergétiques de notre capacité d'y répondre en puisant dans nos réserves laisse supposer que nous pourrions devenir de plus en plus dépendants du reste du monde, et particulièrement de l'Organisation des pays exportateurs de pétrole, pour nos approvisionnements pétroliers futurs. Cette perspective comporte des risques économiques et politiques qui préoccupent le gouvernement du Canada.

Nous avons au Canada la main-d'œuvre, le matériel, la technologie et les ressources énergétiques potentielles voulus pour diminuer sensiblement notre dépendance à l'égard du pétrole importé. Pour ce faire, il faudra réduire le taux d'accroissement futur de nos besoins énergétiques, substituer les formes d'énergie plus abondantes au Canada aux formes plus rares et intensifier la recherche de pétrole et du gaz naturel de façon à transformer nos ressources énergétiques potentielles en réserves prouvées qui permettront de satisfaire nos besoins. Toutes ces solutions coûtent cher mais nous devrons toutes les appliquer intégralement...

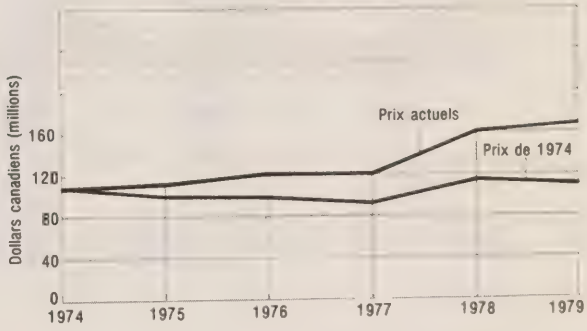
Le programme énergétique national, 1980, p. 9

Non seulement notre problème énergétique peut-il être réglé, mais sa solution peut s'inspirer de diverses options. Le Canada possède les ressources énergétiques diversifiées voulues pour s'affranchir de façon relativement rapide et facile du pétrole mondial. Il a également le temps d'effectuer la transition vers une économie utilisant plus efficacement l'énergie et davantage fondée sur le recours à des énergies renouvelables.

ment de la recherche et du développement énergétiques est un sujet important car il conditionne la mise en œuvre des options choisies dans un énoncé de politique.

Le financement fédéral de la recherche, du développement et de la démonstration (RD&D) énergétiques n'a pas atteint des niveaux très importants dans les années 70, alors que ces efforts auraient dû contribuer à réaliser certains des objectifs exposés. Malgré les inquiétudes grandissantes exprimées à partir de 1974 et jusqu'à la fin des années 70 quant aux approvisionnements énergétiques, les dépenses annuelles réelles n'ont pas beaucoup augmenté. On trouvera à la Figure 3-20 l'évolution des budgets du gouvernement fédéral en matière de RD&D énergétique, de 1974 à 1979, exprimée en dollars actuels et en dollars constants. Les dépenses des gouvernements provinciaux ne sont pas comprises dans cette figure.

Figure 3-20: ÉVOLUTION DES BUDGETS DU GOUVERNEMENT FÉDÉRAL EN RD&D ÉNERGÉTIQUE EN DOLLARS ACTUELS ET EN DOLLARS CONSTANTS



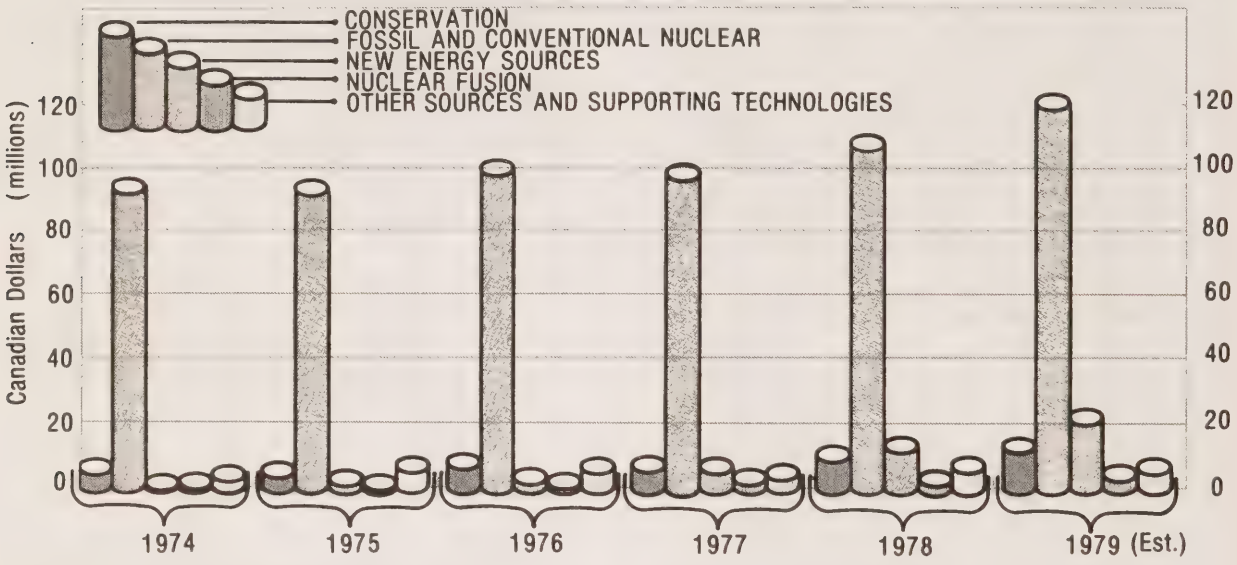
Source: Agence internationale de l'énergie, 1980b, p. 114.

En 1979, les dépenses fédérales en RD&D énergétique ont totalisé un peu plus de $162 millions, ventilés comme suit (AIE, 1980b):

Énergie nucléaire classique	$103.6 millions (63.8%)
Combustibles fossiles	16.5 millions (10.2%)
Nouvelles sources d'énergie	21.7 millions (13.4%)
Conservation de l'énergie	12.5 millions (7.7%)
Fusion nucléaire	2.9 millions (1.8%)
Technologies de complément	5.1 millions (3.1%)
TOTAL	$162.3 millions

The following illustration (Figure 3-21) is included to show the relative emphasis which has been placed in recent years on renewable energy technologies and conservation. Again provincial funding is excluded from the totals. Funding for RD&D in these areas is beginning to expand and the Committee urges increased and sustained support so that recommendations contained in this Report may be acted upon.

Figure 3-21: EVOLUTION OF FEDERAL GOVERNMENT ENERGY RD & D BUDGETS IN MAJOR ENERGY TECHNOLOGY AREAS



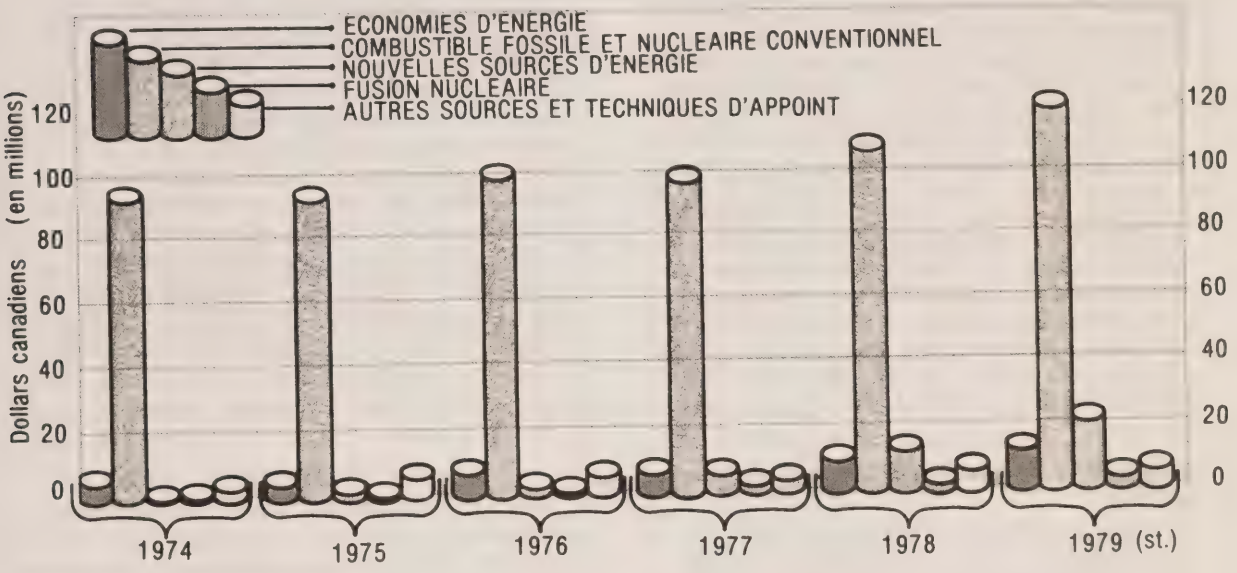
Source: After International Energy Agency, 1980b, p. 113.

Ces dépenses n'ont représenté que 15.5% des dépenses totales du gouvernement fédéral sur le plan de la RD & D, c'est-à-dire un déclin en termes réels par rapport à 1978. Il est clair qu'il nous faut réexaminer ce financement car nous ne serons pas en mesure de concrétiser nos diverses options énergétiques si nous manquons de fonds pour ce faire.

Le programme de 1980 indique que nous continuerons à développer nos technologies nucléaires mais que, dans l'ensemble, la RD&D en matière d'énergie se concentrera davantage sur les possibilités de remplacer l'essence, l'utilisation plus efficace de l'énergie et la mise en valeur de nouvelles sources. C'est dans ce contexte que notre comité a été créé et c'est dans cette optique que notre rapport sera produit.

On trouvera à la Figure 3-21 une représentation schématique de l'importance accordée ces dernières années aux technologies des énergies renouvelables et à la conservation. Ici encore, le financement provincial ne figure pas dans les totaux. Le financement de la RD&D dans ces domaines commence à augmenter et le Comité conseille instamment de poursuivre et d'accroître cet effort afin que les recommandations de ce rapport puissent déboucher sur des mesures concrètes.

Figure 3-21: ÉVOLUTION DES BUDGETS DU GOUVERNEMENT FÉDÉRAL EN RD & D ÉNERGÉTIQUE DANS LES PRINCIPAUX DOMAINES TECHNOLOGIQUES DE L'ÉNERGIE



Source: Agence internationale de l'énergie, 1980b, p. 113.

The Problem With Oil

Oil is not merely an economic commodity. It is a source of enormous political leverage in the hands of the major oil producing nations. Any realistic assessment of the cost of oil must include not only the price in dollars and cents, but also the price in terms of political, military and other concessions which producing countries can extract as a condition for supplying oil. Virtually all the OPEC producers, particularly those in the Middle East, have used their oil at one time or another to pursue noneconomic objectives. Oil has been used to influence the foreign policies of consuming countries, the most significant example being the Arab boycott during the 1973 Arab-Israeli dispute. Oil has been used to induce the United States, France, Germany, Italy, Japan, and Brazil to trade advanced weapons systems and technologies which have military applications, to the Middle East. Oil has been used to obtain other economic concessions including assistance in building refineries, petrochemical plants or other industries which otherwise would not have been granted.... (U.S. Senate Committee on Energy and Natural Resources, 1980, page 29.)

Organization of Petroleum Exporting Countries (OPEC)

Prior to the formation of OPEC in 1960, control of the world petroleum business lay primarily in the hands of the major oil companies and price changes were arranged through a distributors' cartel. With the aim of preventing oil price reductions and improving their negotiating position, a number of oil-producing countries held discussions concerning a united pricing and production policy, culminating in the formation of OPEC on 10 September 1960, in Baghdad. The founding five countries were Saudi Arabia, Kuwait, Iran, Iraq and Venezuela. Today the membership of OPEC stands at thirteen: Saudi Arabia, Kuwait, Iran, Iraq, the United Arab Emirates (whose oil-producing members include Abu Dhabi, Dubai and Sharjah), Qatar, Libya, Algeria, Nigeria, Gabon, Ecuador, Venezuela and Indonesia. OPEC's estimated crude oil production in 1980 was 26.8 million barrels/day, or 45% of world crude liftings of 59.7 million barrels/day.

Organization of Arab Petroleum Exporting Countries (OAPEC)

On 9 January 1968, Saudi Arabia, Kuwait and Libya concluded an agreement in Beirut founding OAPEC, with membership restricted to Arab countries in which oil represented the main source of national income. Algeria, Abu Dhabi, Dubai, Bahrain and Qatar joined in 1970 and Iraq in 1972. In late 1971, the Beirut agreement was modified to allow membership of any Arab nation in which petroleum represented an "important" source of national income. Syria then joined in 1972 and Egypt in 1973, although Dubai withdrew from OAPEC in late 1972. OAPEC precipitated the oil embargo of late 1973, leading to the first explosion in world price. In April 1979, Egypt was suspended from OAPEC membership but, for consistency in statistical reporting, Egypt's oil production is still often included in the OAPEC total. OAPEC's crude oil output in 1980 was approximately 19.6 million barrels/day, about 33% of world production.

The world petroleum market is susceptible to manipulation for a variety of reasons. OPEC controls almost 70% of global conventional crude oil reserves and one member alone, Saudi Arabia, holds approximately 27% of the total. This small group of nations also possesses the greatest capacity to expand production in the short term. With OPEC accounting for a little less than half of the world's oil output while holding more than two-thirds of its reserves, it is apparent that other oil-producing countries are compelled, at least in relative terms, to overproduce their oil resources. The oil producers in the Middle East could, on average, sustain current levels of output for nearly half a century; the United States and Canada have little more than a decade of oil left at the current rate of production with their present proved reserves. In a world in which oil is the dominant energy commodity, now accounting for about 45% of primary energy consumption, this is a degree of resource concentration holding profound implications.

Oil is an essential component of the energy system in every industrialized nation and fuels all conventional

Le problème du pétrole

Le pétrole n'est pas simplement une denrée économique. Dans les mains des dirigeants des principaux pays producteurs, il constitue également un puissant levier politique. On ne peut arriver à une évaluation réaliste du coût du pétrole si l'on ne tient pas compte, en plus du prix, des concessions politiques, militaires et autres que peuvent arracher les pays producteurs en échange des approvisionnements qu'ils assurent. Pratiquement tous les pays membres de l'OPEP, et en particulier ceux du Moyen-Orient, se sont servis à un moment ou à un autre de leur pétrole pour atteindre des objectifs dont le caractère n'était pas économique. On a eu recours au pétrole pour influencer les politiques étrangères des pays consommateurs, le principal exemple étant le boycott arabe durant la guerre de 1973 entre Israël et certains pays arabes. Le pétrole a également été utilisé pour amener les États-Unis, la France, l'Allemagne, l'Italie, le Japon et le Brésil à vendre des technologies et des armements sophistiqués qui ont trouvé des applications militaires au Moyen-Orient. Le pétrole a également permis d'obtenir des concessions économiques qui n'auraient pas autrement été accordées, notamment l'aide à la construction de raffineries, de complexes pétrochimiques et d'autres industries... (Comité du sénat des États-Unis sur l'énergie et les ressources naturelles, 1980, page 29.)

L'organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP)

Avant la formation de l'OPEP en 1960, la Direction des affaires pétrolières mondiales reposait principalement entre les mains des grandes compagnies pétrolières et les modifications de prix étaient convenues dans le cadre d'un cartel de distributeurs. Afin d'empêcher des réductions du prix du pétrole et d'améliorer leur position de négociation, un certain nombre de pays producteurs ont entamé des discussions quant à une politique de production et de prix unifié; ceci a abouti à la formation de l'OPEP le 10 septembre 1960 à Bagdad. Cette organisation a été fondée par cinq pays: l'Arabie Saoudite, le Koweït, l'Iran, l'Irak et le Venezuela. L'OPEP compte aujourd'hui 13 membres: L'Arabie Saoudite, le Koweït, l'Iran, l'Irak, les Emirats arabes unis (dont les membres producteurs comprennent Abu Dhabi, Dubay et Sharjah), le Qatar, la Libye, l'Algérie, le Nigéria, le Gabon, l'Équateur, le Venezuela et l'Indonésie. La production de pétrole brut de 1980 de l'OPEP a été estimée à 26.8 millions de barils par jour, soit 45% des 59.7 millions de barils par jour que produit le monde.

L'organisation des pays arabes exportateurs de pétrole (OPAEP)

Le 9 janvier 1968, l'Arabie Saoudite, le Koweït et la Libye signèrent l'accord de fondation, à Beyrouth, de l'OPAEP, dont ne peuvent être membres que les pays arabes où le pétrole représente la principale source de revenu national. Cet organisme a accepté en son sein l'Algérie, Abu Dhabi, le Dubay, Bahrain et le Qatar en 1970 ainsi que l'Irak en 1972. A la fin de 1971, l'accord de Beyrouth a été modifié afin de permettre à n'importe quel pays arabe où le pétrole représente une «importante» source de revenu national de devenir membre. La Syrie, en 1972, et l'Égypte en 1973, se sont alors joints à cet organisme bien que le Dubay s'en soit retiré à la fin de 1972. L'OPAEP a précipité l'embargo sur le pétrole de fin 73 qui a mené à la première explosion du prix mondial. En avril 1979, l'Égypte a été suspendue de l'OPAEP mais, pour que les rapports statistiques demeurent cohérents, la production pétrolière de l'Égypte continue d'être souvent incluse dans le total de l'OPAEP. La production de pétrole brut de l'OPAEP en 1980 a été d'environ 19.6 millions de barils par jour, soit 33% de la production mondiale.

Divers facteurs permettent de manipuler le marché mondial du pétrole. L'OPEP contrôle pratiquement 70% des réserves mondiales classiques de pétrole brut et un seul membre, l'Arabie Saoudite, détient environ 27% de l'ensemble. C'est également ce petit groupe de pays qui est le mieux placé pour augmenter la production à court

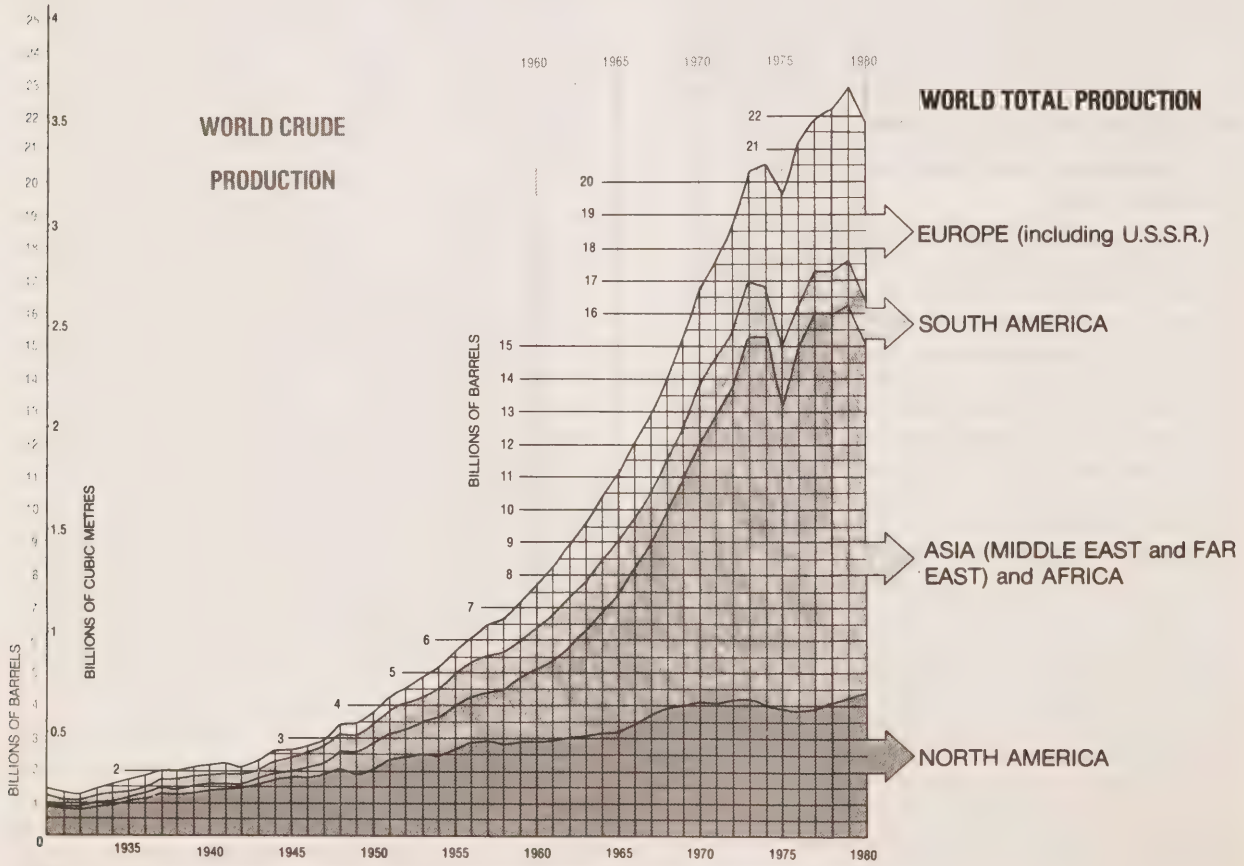
military machines. Over half of the oil involved in international trade passes through the Strait of Hormuz at the entrance to the Gulf of Arabia, at a rate of about 18 million barrels per day. In a typical 24-hour period, 70 to 80 ships use the Strait, including the world's largest supertankers. Roughly 90% of Japan's total oil requirements are shipped via this narrow passage, as are 60% of Western Europe's oil imports and about 30% of U.S. imports. The invasion of Afghanistan brought Soviet military forces to within 550 kilometres of the Strait, adding to the anxieties of the oil-importing nations.

In a number of other ways, OPEC is moving to strengthen its ability to control the world petroleum market. During the 1970s, host governments nationalized most of OPEC's oil fields, relegating the petroleum companies to the role of operator. The oil-producing countries are also moving more towards direct sales via government-to-government transactions. Prior to the 1973 embargo, more than 75% of the oil extracted by OPEC was marketed by the major oil companies; by 1979, the figure had dropped to less than 50%. The ability of the oil companies to act as a buffer between consuming and producing countries — notably to reroute supplies in the event of emergencies — is consequently being lost.

OPEC also is seeking to extend its control through diversification into downstream petroleum activities such as refining and shipping. Such diversification allows OPEC to earn more revenue for each barrel of oil produced (thereby diminishing the need to expand production), and allows producers to extend their influence in the marketing process. Some European refiners have even agreed to process crude while allowing the producing country to retain title to the oil throughout the refining process. This also grants the producing country more power to control the destination of its petroleum exports.

This concentration of power in the hands of OPEC has paralleled the decline of the United States in world oil affairs. At the end of World War II, the U.S. was not only the world's largest producer, but its output exceeded that of all other countries combined. As recently as

Figure 3-22: WORLD CRUDE OIL PRODUCTION BY REGION, 1930-1980



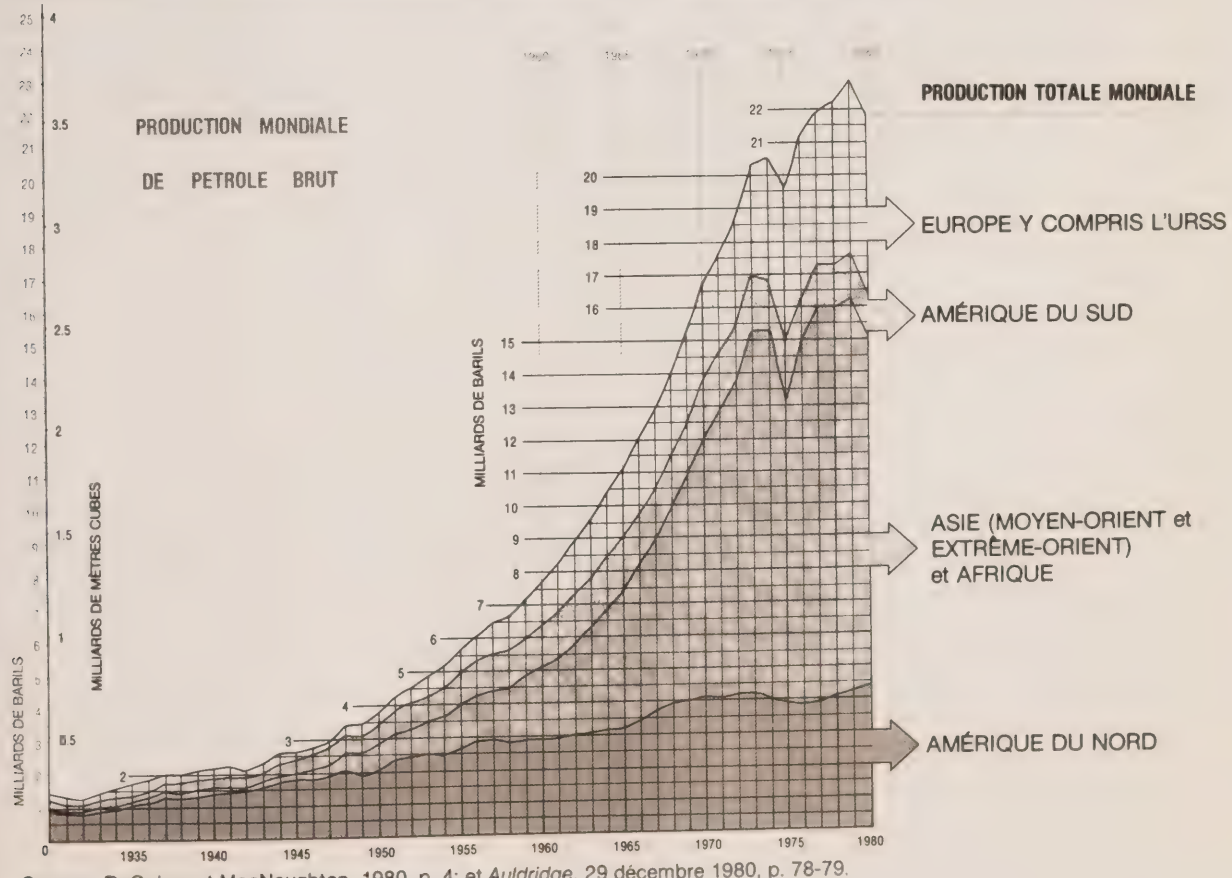
Source: DeGolyer and MacNaughton, 1980, p. 4; and Auldridge, 1980, p. 78-79.

terme. Comme l'OPEP entre pour un peu moins de la moitié de la production mondiale de pétrole alors que cette organisation détient plus des deux tiers des réserves, il est manifeste que les autres pays producteurs, du moins en termes relatifs, sont amenés à une surproduction pétrolière. Les producteurs de pétrole du Moyen-Orient pourraient, en moyenne, maintenir les niveaux actuels de production pendant près de 50 ans alors que les États-Unis et le Canada n'ont de pétrole que pour guère plus de dix ans au rythme actuel de production avec leurs réserves prouvées actuelles. Dans un monde où le pétrole est la denrée économique fondamentale puisqu'il représente environ 45% de la consommation d'énergie primaire, il s'agit là d'un degré de concentration des ressources dont les implications sont nombreuses.

Le pétrole est un élément essentiel de la filière énergétique dans tous les pays industrialisés et assure la mobilité de toutes les machines militaires classiques. Plus de la moitié du pétrole du marché international passe par le Détroit d'Hormuz à l'entrée du Golfe Persique, à un rythme d'environ 18 millions de barils par jour. Dans une journée normale, de 70 à 80 navires empruntent ce détroit, y compris les plus grands super-pétroliers du monde. Environ 90% de l'ensemble des besoins pétroliers du Japon transitent par cet étroit passage, en même temps que 60% des importations pétrolières d'Europe occidentale et qu'environ 30% des importations des États-Unis. L'invasion de l'Afghanistan a amené les forces armées soviétiques à 550 kilomètres de ce Détroit, ce qui ajoute aux inquiétudes des pays importateurs.

L'OPEP s'efforce de nombreuses autres façons de renforcer sa maîtrise du marché pétrolier mondial. Au cours des années 70, les gouvernements des pays membres de cette organisation ont nationalisé la plupart des champs pétroliers de l'OPEP, reléguant ainsi les compagnies pétrolières au rôle de simples exploitants. Les pays producteurs prennent également le chemin des ventes directes, c'est-à-dire des transactions de gouvernement à gouvernement. Avant l'embargo de 1973, plus de 75% du pétrole produit par l'OPEP était commercialisé par les grandes compagnies pétrolières; en 1979, ce chiffre était tombé à moins de 50%. La capacité qu'a-

Figure 3-22: PRODUCTION MONDIALE DE PÉTROLE BRUT PAR RÉGION, 1930-1980



Source: DeGolyer et MacNaughton, 1980, p. 4; et *Auldridge*, 29 décembre 1980, p. 78-79.

1963, the United States still accounted for more than half of all the crude oil that had ever been produced. Today the United States is the world's third largest producer, with the Soviet Union standing first and Saudi Arabia second. The decline of American influence in international petroleum affairs is indicated in Figure 3-22, which outlines world oil output by region since 1930. With U.S. crude output having peaked in 1970, American influence on the world petroleum scene has declined rapidly over the past decade.

While other parts of the world, most notably the North Sea and Mexico, have risen in prominence as oil-producing regions, OPEC will continue to be the dominant influence in the petroleum market for many years to come. Reducing dependence on foreign petroleum should thus be an overriding concern of national policy in the countries of the Western World. This situation also drives home the consequences of allowing one nonrenewable energy commodity to dominate an energy system.

vaient les compagnies pétrolières de minimiser les problèmes d'offre et de demande, notamment en déroutant des approvisionnements en cas d'urgence, est donc en voie de disparaître.

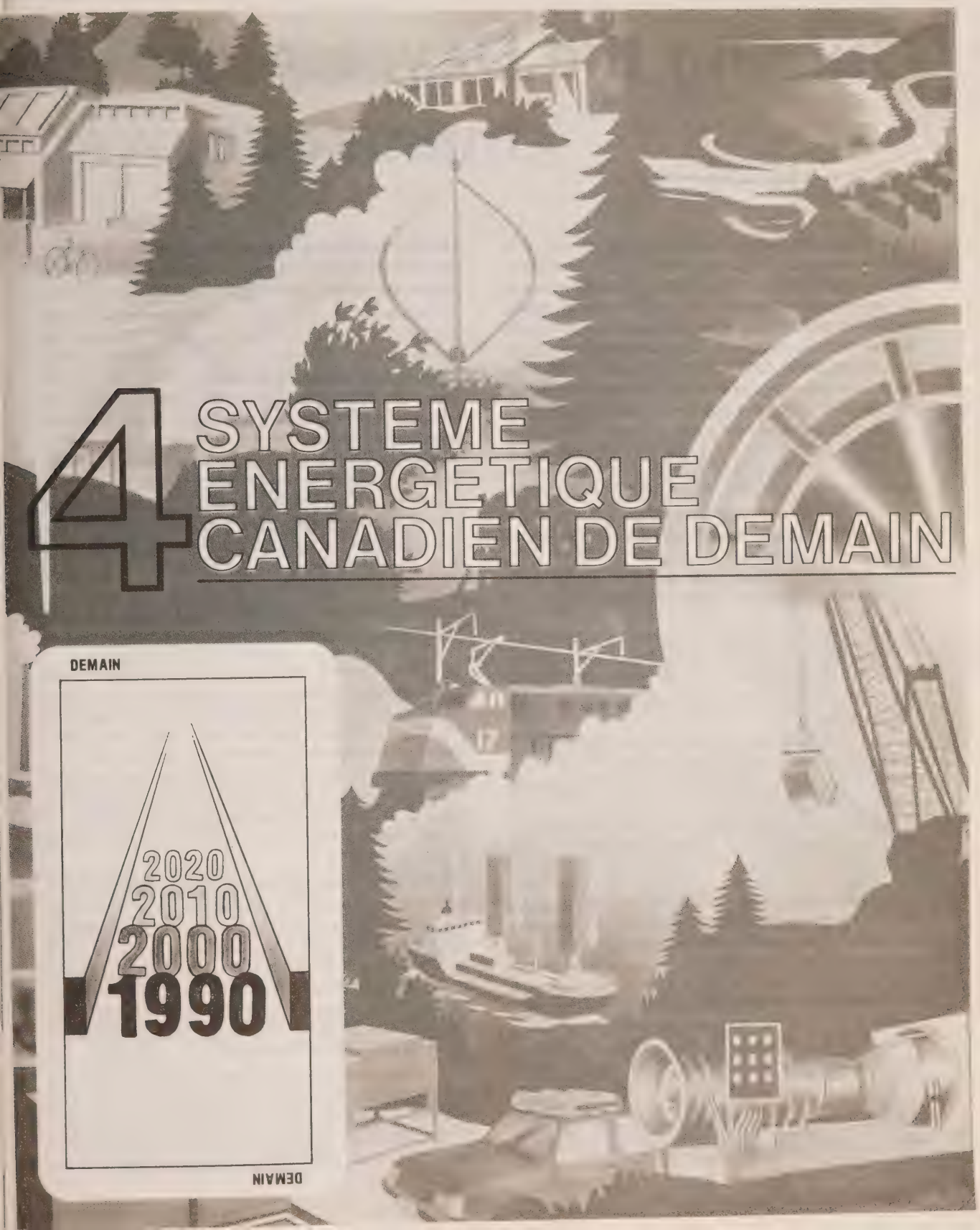
L'OPEP s'efforce également d'étendre son emprise grâce à une diversification dans les activités se situant en aval de la production pétrolière comme le raffinage et le transport. Cette diversification permet à l'OPEP de tirer davantage de revenus de chaque baril de pétrole produit (ce qui diminue par le fait même la nécessité d'augmenter sa production) et permet aux producteurs d'étendre leur influence au domaine de la commercialisation. Certaines entreprises européennes de raffinage ont même accepté de traiter le brut tout en permettant aux pays producteurs de demeurer propriétaires du pétrole pendant l'opération de raffinage. Nous avons donc encore là un élément qui tend à augmenter la capacité du pays producteur à superviser la destination de ses exportations pétrolières.

A cette concentration de pouvoir entre les mains des membres de l'OPEP a correspondu un déclin des États-Unis dans les affaires pétrolières mondiales. A la fin de la Deuxième guerre mondiale, les États-Unis étaient non seulement le principal producteur mondial, mais leur production dépassait également celle de tous les autres pays mis ensemble. Aussi récemment que 1963, la part des États-Unis correspondait encore à plus de la moitié de tout le pétrole brut ayant jamais été produit. Aujourd'hui, les États-Unis sont le troisième principal producteur mondial, le premier étant l'Union soviétique et l'Arabie Saoudite le deuxième. La figure 3-22 indique le déclin de l'influence américaine dans les affaires pétrolières internationales, cette figure montrant la production pétrolière mondiale par région depuis 1930. Alors que la production de brut des États-Unis a atteint son sommet en 1970, l'influence américaine sur la scène pétrolière mondiale a décliné rapidement au cours des dix dernières années.

Alors que d'autres régions du monde, notamment la mer du Nord et le Mexique, ont pris une place prépondérante dans le domaine de la production pétrolière, les pays de l'OPEP continueront d'exercer une influence dominante sur le marché pétrolier pour encore de nombreuses années. La mise en place d'une politique nationale tendant à réduire la dépendance du pétrole étranger devrait donc constituer un sujet fondamental de préoccupation dans les pays du monde occidental. Cette situation nous fait également saisir les dangers de laisser une seule source d'énergie non renouvelable dominer un système énergétique.

4 CANADA'S ENERGY SYSTEM TOMORROW




4
SYSTEME
ENERGETIQUE
CANADIEN DE DEMAIN
DEMAIN
2020
2010
2000
1990
DEMAIN

Guiding the Development

We have seen what Canada's energy system looks like today but how should it be structured tomorrow? Certainly, the fact that we presently depend so heavily on hydrocarbons for primary energy means that if we get off this energy source by substituting alternatives, the energy mix of tomorrow will have to be radically different. But how will it be different? What should the guiding principles be in developing a new energy system and what emphasis should be placed on the options available to us?

The Committee believes there are a number of principles which should be embodied in Canadian energy policy.

(1) We should make every effort to reduce energy demand by practicing *conservation.*
(2) In the long term, energy should be derived primarily from *renewable* and/or *inexhaustible sources of energy.*
(3) The production of the primary energy we require should be achieved *with as little environmental disruption as possible.*
(4) We must achieve greater *diversity* in Canada's energy mix.
(5) We must recognize *regional differences* in energy resources and in energy requirements.
(6) We must address *strategic concerns* in formulating energy policy.
(7) We must adequately consider the *social implications* of bringing about major changes in Canada's energy system.

In proposing energy policy for the "foreseeable future", the Committee divided the future into the short term (1980-1990), medium term (1990-2000) and long term (beyond the year 2000). While energy development over the next 20 years is easier to predict than in the long term, and thus tended to claim our attention, it is clear that some of the recommendations we are making may require a half-century or more to be fully achieved. Although the fundamental reshaping of Canada's energy system will not be accomplished in this century, the process of reshaping should be well underway by the dawn of the 21st century. The Committee has been faced therefore with making recommendations that not only improve Canada's energy position in the short term but which also are compatible with the long-term evolution we are trying to promote in this complex system.

We have not deluded ourselves into thinking that our conclusions and recommendations represent the final word in energy policy. For this reason we have tried to develop a strategy which will be flexible enough to adapt to changing or unforeseen circumstances, even though this may delay the attainment of the objectives listed above. We know that conditions can change very rapidly — economic shifts such as changes in the relative prices of petroleum and its alternatives can occur at any time; the introduction of new technologies or new energy sources might dictate a revision of long-term goals; and political developments at the domestic or international level could make the achievement of long-term objectives effectively impossible.

1. CONSERVATION AND ENERGY EFFICIENCY

From an early moment in the Committee's existence it became apparent that encouraging energy conservation would have to be a major recommendation of this Report. Witness after witness extolled the importance of conservation practices by pointing out that conservation is the easiest and least expensive means of reducing the energy supply-demand gap. This, then, is a major goal of our alternative energy policy, because by simply reducing energy demand, we moderate energy supply constraints.

The Committee realizes that conservation has been promoted by a variety of groups and governments over the past decade and that this is not a new recommendation. Nonetheless, we wish to add our voice to those already advocating conservation and, in so doing, hope to make the message clearer and stronger. We want to help promote a sense of urgency that will motivate all Canadians to continue and expand their conservation efforts in all sectors of the economy.

Conservation practices should not bring about a reduction in our standard of living. The Committee does not see Canadians doing "less with less" but rather "more with less" or, at least, more with greater efficiency. For example, new television sets now consume much

Orientation du développement

Nous avons une bonne image de la situation énergétique actuelle du Canada; quelle devrait maintenant être sa structure pour l'avenir? Il est évident que le fait que nous dépendions dans une trop large mesure aujourd'hui des hydrocarbures pour nos besoins énergétiques primaires revient à dire que, si nous arrivons à nous défaire de cette dépendance en adoptant d'autres sources d'énergie, notre situation énergétique d'ensemble devra être radicalement différente. Mais dans quelle mesure? Quels devraient être les principes directeurs à respecter pour la mise en place d'un nouveau système énergétique et quelle devrait être l'importance relative accordée à chacune des solutions qui s'offrent à nous?

De l'avis du Comité, plusieurs principes devraient être incorporés dans la politique énergétique du Canada.

(1) Nous devrions, de toutes les manières possibles, réduire notre demande énergétique en appliquant des *mesures de conservation*.

(2) A long terme, nous devrions tirer principalement notre énergie de sources *renouvelables* ou *inépuisables*.

(3) La production de l'énergie primaire dont nous avons besoin devrait se faire *en perturbant le moins possible l'environnement*.

(4) Le système énergétique du Canada doit faire preuve d'une plus grande *diversification*.

(5) Nous devons tenir compte des *différences régionales* en matière de ressources et de besoins énergétiques.

(6) Nous devons formuler nos politiques énergétiques en tenant compte de *préoccupations d'ordre stratégique*.

(7) Nous ne devrons pas manquer, lorsque nous apporterons des modifications radicales au système énergétique du Canada, de prendre en considération toutes les *incidences sociales*.

Dans la politique énergétique qu'il propose pour «l'avenir prévisible», le Comité a divisé l'avenir en court terme (1980-1990), moyen terme (1990-2000) et long terme (au-delà de l'an 2000). S'il est plus facile de prédire les développements énergétiques des 20 prochaines années que les développements à long terme et si l'horizon à court et moyen terme a donc retenu notre attention, il n'en reste pas moins que certaines de nos recommandations peuvent nécessiter 50 ans ou plus avant d'être réalisées complètement. La restructuration fondamentale du système énergétique du Canada ne se fera pas au 20e siècle mais il faudrait que le processus soit bien amorcé à l'orée du 21e siècle. Le Comité s'est donc vu obligé de formuler des recommandations qui non seulement visent à améliorer la position énergétique du Canada à court terme mais qui sont également compatibles avec l'évolution à long terme que nous essayons de promouvoir dans ce système complexe.

Nous n'avons pas commis l'erreur de croire que nos conclusions et nos recommandations représentent le dernier mot en matière de politiques énergétiques. C'est pourquoi nous avons tenté de mettre au point une stratégie suffisamment souple pour pouvoir être adaptée à des circonstances mouvantes ou imprévues, au risque peut-être de retarder la réalisation des objectifs énumérés ci-dessus. Nous savons que la conjoncture peut évoluer très rapidement. Ainsi, dans le domaine économique, le prix du pétrole et des autres formes d'énergie peut changer pratiquement à n'importe quel moment; l'apparition de nouvelles technologies ou de nouvelles sources d'énergie pourrait exiger un réexamen des objectifs à long terme; enfin, la situation politique nationale ou internationale pourrait fort bien rendre à toutes fins pratiques impossible la réalisation des objectifs à long terme.

1. CONSERVATION ET EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Dès la création du Comité, ou peu s'en faut, il devint évident qu'une des recommandations les plus importantes de ce rapport était d'encourager la conservation. Les uns après les autres, nos témoins ont vanté l'importance des méthodes de conservation en relevant que la conservation représentait la solution la plus simple et la moins coûteuse pour réduire l'écart entre

less energy during operation than did earlier models but the quality of the picture hasn't diminished — it has actually improved. This is due to technological innovation and serves to illustrate the philosophy the Committee wishes to advocate — do more with less. We believe that achievements of this type must be realized in all our private, commercial and industrial activities.

A conservation problem can be tackled in a variety of ways. Consider, for example, the objective of reducing the amount of heating fuel used to heat a home. One can turn down the heat or insulate the home. Of course, there is a limit to the amount of energy which can be saved by turning down the thermostat because discomfort would soon prevent anyone from allowing the temperature to fall too far. But the second option of retrofitting a home to make sure heat is not being lost because of poor construction can generate savings with no attendant discomfort. Ideally, one should insulate *and* turn down the thermostat, thus encouraging maximum energy savings.

This brings us to the second part of the title of this sub-section — energy efficiency. When most of the homes and industries, indeed nearly all of Canada's infrastructure, were being designed and built, energy efficiency was not a major factor taken into consideration. It made little sense to heavily insulate houses when the cost of that insulation took years to recover, fuel costs being so low. Similarly, it made no economic sense to invest a large amount in building an energy-efficient industrial complex when energy was cheap; the cost of building in that efficiency might never be regained in terms of the amount of money saved by spending less on energy. Thus, because energy was so cheap, energy inefficiency was actually built into our economy.

Now the tide has turned. Few see us ever again living in an age of inexpensive and plentiful energy. The Committee does not wholeheartedly share this pessimistic view, but we do realize that energy will become an increasingly valuable and expensive commodity for some decades to come. This is not to suggest that Canadians can look forward only to a steadily diminishing standard of living or to a continuous reduction in their quality of life. It does mean though that we have been forced to recognize that from now on, energy efficiency is perhaps the first and foremost factor which must be taken into consideration in building the Canada of tomorrow. We have been forced to take literally the old saying, "Waste not, want not!"

Taking a positive look at the Canadian energy situation, we see this energy inefficiency as a unique energy opportunity — the energy we waste every day is an energy resource which can be readily tapped. In other words, not only are we endowed with a considerable array of conventional and nonconventional natural energy resources but, since we spend more energy per dollar of GNP generated than other countries, we have a tremendous "conservation resource" which can be exploited as well. Therefore, by setting out to build energy efficiency into all aspects of every Canadian activity, whether it be industrial, commercial or social, we can save a very significant amount of energy. And by so reducing energy demand, we can bring our country that much closer to the goal of energy self-sufficiency in *all* energy forms.

The Committee believes, then, that energy efficiency must be built into all our endeavours starting now. We recognize that the conservation resource which can be tapped will diminish as time progresses and we weed out inefficiency but this does not mean conservation will become less important. It simply means it will become an integral part of the system and will make a continuous contribution towards keeping our energy demand down. The real energy crunch will probably occur during the next one to two decades. We are fortunate that the conservation resource is exploitable now, when we very much need it. It would be foolish to deny its importance and its potential.

2. RENEWABLE AND INEXHAUSTIBLE SOURCES OF ENERGY

Canada must place new emphasis on deriving its energy requirements from sustainable sources of energy. We must ultimately shift our dependence away from nonrenewable fossil fuels for the simple reason that their supplies are finite. As stated in Canada's Energy System Today, it is true that these supplies will not be exhausted for some time to come, and that depletion will occur more quickly for some forms than others, but the final result is inevitable. Society cannot go on indefinitely exploiting fossil hydrocarbons for energy. This Report considers some of the reasons why it is advantageous to begin the transition to sustainable energy forms sooner rather than later.

Renewable energy sources are those which are naturally replenished with or without human intervention. The winds and tides are examples of sources of energy which will be available in limited supply in perpetuity without human management, whereas biomass is renewable as an energy resource only if properly managed. Inexhaustible energy supplies are those such as solar or fusion which offer the promise of providing all the energy mankind is ever likely to require if they can be adequately and safely harnessed.

Moving Canada's energy system to phase out nonrenewables and to incorporate renewables and inexhaustibles will not be a simple task nor one which is achieved overnight. It will take commitment, a lot of hard work and money and, perhaps most important, time.

l'offre et la demande dans le secteur énergétique. Cet aspect spécifique est dès lors devenu un objectif majeur de notre politique de substitution énergétique pour la simple raison qu'en ralentissant la demande, nous pouvons mitiger les pressions exercées sur le marché de l'offre.

Le Comité est conscient du fait que la conservation a été, au cours de ces dix dernières années, encouragée par toute une pléiade de groupements et de gouvernements, et qu'il ne s'agit dès lors pas ici d'une recommandation originale. Il n'en reste pas moins que nous tenons à nous faire l'écho de tous ceux qui préconisent déjà la conservation et, de ce fait, nous espérons renforcer et préciser encore leur message. Nous souhaitons faire notre part en faisant comprendre à tous les Canadiens l'urgence de la situation de manière à les encourager à poursuivre et à intensifier leurs efforts de conservation dans tous les secteurs de l'économie.

La conservation ne devrait pas s'accompagner d'une réduction du niveau de vie. Selon le Comité, le Canada de devrait pas «produire moins avec moins de ressources» mais au contraire «produire davantage avec moins de ressources» ou, tout au moins, produire davantage avec une efficacité accrue. Ainsi, les nouveaux récepteurs de télévision consomment à l'heure actuelle beaucoup moins d'énergie que les modèles antérieurs sans pour autant, bien au contraire, nuire à la qualité de l'image. Ceci est le résultat des progrès technologiques enregistrés et cet exemple illustre la philosophie à laquelle le Comité tient à souscrire: produire davantage avec moins de ressources. A notre sens, les secteurs privé, commercial et industriel de notre pays doivent arriver à des réalisations de ce genre.

Tout problème de conservation peut être abordé sous divers angles. Prenons ainsi la réduction de la quantité d'énergie nécessaire pour chauffer une maison. Il est possible d'y arriver soit en baissant le thermostat, soit en isolant le bâtiment. Bien sûr, dans le premier cas, la quantité d'énergie qu'on arrive ainsi à épargner n'est pas illimitée étant donné que le sentiment d'inconfort engendré par une température ambiante trop basse aura tôt fait d'arrêter notre effort de conservation. La deuxième solution par contre, la rénovation qui permet d'éliminer toute perte inutile de chaleur due à une construction de qualité médiocre, peut à coup sûr faire économiser de l'énergie sans nuire au confort de l'individu. Le compromis idéal consisterait à la fois à isoler sa maison *et* à baisser le thermostat, ce qui produirait une économie optimale d'énergie.

Ce qui nous amène à la seconde partie du titre de notre chapitre, l'efficacité énergétique. Au moment où furent conçus et construits la majeure partie des foyers et les industries du Canada, quasiment toute l'infrastructure de notre pays en fait, l'efficacité énergétique était loin d'être un facteur primordial. Il n'était pas rationnel à l'époque d'isoler à outrance les maisons dans la mesure où le coût de l'isolation n'était rentabilisable qu'après de longues années, le coût des combustibles étant peu élevé. Dans un même ordre d'idées, il était inconcevable d'un point de vue économique d'investir à grands frais dans la construction d'un complexe industriel énergétiquement rationnel à une époque où l'énergie ne coûtait presque rien; le coût de l'efficience énergétique au niveau de l'infrastructure aurait très bien pu ne jamais être récupéré du seul fait des économies réalisées par une diminution de la consommation d'énergie. Dès lors, l'énergie étant à cette époque à ce point bon marché, notre économie s'est littéralement développée à partir de la notion d'inefficacité énergétique.

Mais les temps ont changé. Il est difficilement concevable que nous puissions connaître une époque où l'énergie serait abondante et peu coûteuse. Le Comité ne partage pas de gaieté de cœur cette opinion pessimiste, mais nous admettons que l'énergie deviendra un produit de plus en plus précieux et de plus en plus cher pendant les quelques décennies à venir. Nous ne voulons pas dire pour autant que les Canadiens doivent s'attendre uniquement à une érosion constante de leur niveau de vie ou de la qualité de la vie. Cela signifie simplement que nous avons été forcés d'admettre que l'efficacité énergétique sera selon toute vraisemblance désormais le facteur primordial qu'il faudra prendre en considération pour l'édification du Canada de demain. Nous n'avons pas d'autre choix que de tirer pratiquement à la lettre les leçons de la fable «La cigale et la fourmi».

Si nous examinons de façon objective le bilan énergétique du Canada, nous constatons que cette inefficience énergétique représente en fait un potentiel unique en son genre: l'énergie que nous gaspillons chaque jour est une ressource prête à être exploitée. En d'autres termes, non seulement jouissons-nous d'un réservoir extraordinaire de ressources énergétiques naturelles conventionnelles et non conventionnelles, mais encore, puisque nous consacrons à l'énergie une partie de notre PNB plus importante que n'importe quel autre pays au monde, nous disposons d'une «ressource de conservation» fabuleuse et parfaitement exploitable. Par conséquent, si nous nous attachons à faire de l'efficacité énergétique une partie intégrante de toutes les facettes de nos activités, qu'elles soient industrielles, commerciales ou sociales, nous pourrions économiser une quantité non négligeable d'énergie. Et en ralentissant ainsi la demande, nous pourrions nous rapprocher davantage de notre objectif d'autosuffisance énergétique pour toutes les formes d'énergie.

Le Comité est dès lors d'avis que la notion d'efficacité énergétique doit devenir immédiatement une partie constitutive de tous nos secteurs d'entreprise. Nous

Certainly, if we hope to remould our economy with a minimum of disruption to the quality of life we have come to expect, we must get on with it as soon as possible. This means there will be an extended transitional period, several decades in duration, when neither the system we know today nor the one we envisage for the future will be in place. In this interim, we will have to continue and even augment the use of certain hydrocarbons while developing alternative energy sources and technologies to the point of commercialization. This is seen as necessary to "buy time", but *the ultimate goal of our alternative energy policy is to phase out the use of fossil hydrocarbons as sources of energy.*

The transition period will be a challenging time but one which offers unique opportunities for Canada. All nations will at some stage have to face the reality of getting away from using nonrenewable energy resources and if we develop the alternative technologies which will eventually be required by the rest of the world, our export opportunities will be unprecedented. Specific efforts which should be begun immediately are offered in the form of recommendations throughout this Report but they are concentrated primarily in the chapter on Alternative Energy Sources, Currencies and Technologies.

3. ENVIRONMENTAL CONCERNS

The exploitation of energy cannot be accomplished without having some effect upon the environment, but different energy options affect the environment in differing ways and degrees. Some forms of energy development are more ecologically benign than others and the Committee wishes to emphasize that its investigation has been pursued taking environmental concerns into consideration at all times. It would not make sense to formulate an energy policy which would solve energy problems but create serious environmental ones.

Many of our seemingly most intractable environmental problems arise out of our overwhelming dependence upon hydrocarbons as sources of energy. This is because both the fossil fuels themselves and their combustion products are pollutants when released into the biosphere.

Natural gas is the cleanest of the hydrocarbon fuels. Being a gas, it is easily dispersed when released to the atmosphere and, depending upon the completeness of combustion, produces predominantly carbon dioxide upon burning. Oil in its various forms is more polluting, being a complex, biologically toxic substance to begin with and releasing a variety of materials upon combustion, including hydrocarbons, particulates, carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO_2), nitrogen oxides (NO_x), sulphur dioxide (SO_2) and heavy metals. Coal is yet again more polluting, producing a significantly greater quantity of the same types of pollutants derived from liquid hydrocarbons but also bringing about significant ecological damage during the mining process. Strip mining, acid mine wastes, particulate release during transportation and burning, erosion and occupational health hazards such as black lung disease all contribute to making coal the least environmentally acceptable type of fossil fuel.

Two of today's most disturbing environmental problems are acid rain and the accumulation of carbon dioxide in the atmosphere, and both of these phenomena result primarily from the combustion of fossil fuels. Thus environmental concern has been a major factor in causing the Committee to believe that a new energy system in Canada should be one which is not based principally upon the combustion of hydrocarbons.

A. ACID RAIN

Acid rain was once thought to be a problem of only local magnitude, such as the acidification of lakes in close proximity to mineral smelting operations. However, it has now been shown that acid rain is a widespread, even global, problem whose ecological effects may become most significant.

Acid rain is not new. In 1852, residents of Swansea, Wales complained about the effects "corrosive rain" caused by the local coal industry was having on their cattle and the vegetation of the region. It is, however, a growing problem with Europe, Scandinavia, Japan and North America all beginning to recognize its detrimental ecological, social and health effects. In 1979, the preliminary report of the joint Canada-U.S. group studying the Long Range Transportation of Air Pollutants (LRTAP) "identified acidic precipitation as the problem of greatest common concern at the present time."

The reason acid rain has made headlines only in the last few years is that scientists have just recently managed to accumulate enough data to begin to appreciate the geographical extent and the severity of the problem. Acid rain is not immediately or obviously damaging and, for this reason, it can be termed an insidious pollutant; ecological consequences only become apparent after enough acid has accumulated, over a considerable length of time, to bring about an observable effect. Many environmentally-concerned people believe that by the time damage becomes blatantly obvious, too much acid will have accumulated for ameliorative action to be taken at reasonable cost to prevent rapid environmental deterioration.

More is known about the effects of acid rain on some sectors of the environment than on others. For instance, a good deal is known about the effects of

sommes conscients du fait que la conservation est une ressource qui, bien qu'exploitable, s'amenuisera avec le temps et à mesure que nous gagnerons en efficacité; ceci ne signifie toutefois pas que l'importance de la conservation ira en diminuant. Cela équivaut simplement à dire qu'elle deviendra partie intégrante de tout le système et qu'elle contribuera encore et toujours à freiner la demande dans le secteur énergétique. Le problème énergétique atteindra vraisemblablement son paroxysme au cours des dix ou vingt prochaines années. Nous pouvons nous estimer heureux de pouvoir exploiter cette ressource qu'est la conservation dès maintenant, à une époque où nous en avons vraiment besoin. Il serait stupide d'en nier l'importance et le potentiel.

2. SOURCES D'ÉNERGIE RENOUVELABLES ET INÉPUISABLES

Le Canada doit accorder une importance renouvelée aux sources d'énergie durables pour assurer ses besoins. Nous devons nous détacher des combustibles fossiles non renouvelables pour l'excellente raison que les réserves en sont limitées. Comme nous en faisions état précédemment, même s'il est établi que ces réserves dureront un certain temps encore, quoique certaines dussent s'épuiser plus rapidement que d'autres, l'issue finale reste néanmoins inévitable. La société ne peut continuer à exploiter indéfiniment les hydrocarbures fossiles pour l'énergie dont elle a besoin. Notre rapport se penche sur certaines des raisons qui font qu'il vaut mieux commencer plut tôt que plus tard la transition vers des formes d'énergie durables.

Les sources d'énergie renouvelable sont celles qui se reconstituent naturellement moyennant ou non intervention de la part de l'homme. Les vents et les marées sont deux exemples de sources d'énergie disponibles à perpétuité, en quantités limitées, sans intervention de la part de l'homme, alors que la biomasse en tant que ressource énergétique n'est renouvelable qu'à condition de faire l'objet d'une gestion rationelle. Parmi les sources d'énergie inépuisables, citons l'énergie solaire ou la fusion nucléaire qui pourraient un jour répondre à tous les besoins énergétiques concevables de l'humanité, à condition que cette dernière apprenne à les dompter et à les domestiquer.

La conversion du système énergétique du Canada à base d'énergie non renouvelable aux énergies renouvelables et inépuisables ne sera ni une entreprise aisée ni un objectif réalisable du jour au lendemain. Elle exigera de la volonté, énormément de travail et d'argent et, peut-être plus important encore, beaucoup de temps pour réorienter l'économie. Il est indubitable que, si nous espérons y aboutir en perturbant le moins possible la qualité de la vie que nous avons appris à considérer comme normale, nous devons nous y atteler dès que possible. Ceci veut dire en clair qu'il faut s'attendre à une longue période de transition—plusieurs décennies—au cours de laquelle n'existeront ni le système que nous connaissons à l'heure actuelle, ni celui que nous envisageons pour l'avenir. Pendant ce temps, nous devrons continuer et même augmenter l'utilisation de certains hydrocarbures tout en mettant en valeur des sources d'énergie de remplacement et en amenant au stade de la rentabilité commerciale les technologies nécessaires. Ce scénario est indispensable pour «gagner du temps», mais *l'objectif ultime de notre politique sur l'énergie de remplacement reste l'abandon total des hydrocarbures fossiles comme source d'énergie.*

Cette période de transition sera chargée de défis qu'il nous faudra relever mais offrira également, d'un même tenant, des possibilités et des perspectives inconnues jusqu'alors pour le Canada. Toutes les nations, à un moment ou un autre, devront accepter la réalité et abandonner les ressources énergétiques non renouvelables; si nous parvenons à mettre au point les technologies de remplacement qui, un jour où l'autre, deviendront indispensables pour le reste du monde, nos perspectives d'exportation connaîtront un essort sans précédent. Nous faisons état des efforts spécifiques à entreprendre immédiatement par les recommandations que nous formulons tout au long du rapport, mais nous les avons surtout concentrées au chapitre consacré aux devises, aux technologies et aux sources d'énergie de remplacement.

3. PRÉOCCUPATIONS D'ORDRE ENVIRONNEMENTAL

L'exploitation de l'énergie proprement dite ne saurait se faire sans avoir une certaine incidence sur l'environnement. Toutefois, chaque option énergétique a, sur l'environnement, des effets distincts et variables. Certaines formes d'exploitation énergétique sont, écologiquement parlant, plus inoffensives que d'autres et le Comité tient à souligner qu'il a procédé à son enquête en gardant constamment à l'esprit les aspects environnementaux de la question. Il ne serait pas raisonnable de formuler une politique énergétique qui résoudrait le problème de l'énergie au prix d'un préjudice grave pour l'environnement.

La majeure partie de nos problèmes environnementaux apparemment les plus insolubles sont le produit de notre asservissement aux sources énergétiques hydrocarburées, et ceci en raison du fait que les combustibles fossiles sont, de même que leurs sous-produits de combustion, éminemment polluants lorsqu'ils sont dégagés dans la biosphère.

Le gaz naturel est le combustible hydrocarburé le plus propre. Puisqu'il s'agit d'un gaz, il s'évanouit facilement lorsqu'il est libéré dans l'atmosphère et sa com-

Formation of Acid Rain

Acid rain is formed when rainwater is contaminated by acid. Pure water is a neutral compound and, as such, is neither acidic nor alkaline. However, even natural unpolluted rain is not pure water; it is really a dilute solution of carbonic acid — an acid which forms when atmospheric carbon dioxide dissolves into water vapour in the air.

Many compounds can become incorporated in rain drops and some of them, such as soil particles, can make rainwater more basic or alkaline. Other compounds such as sulphur dioxide and nitrous oxides — two of the combustion products of fossil fuels — can dissolve in rainwater and make it more acidic than normal.

Although all the intricacies of the various chemical reactions which take place in the atmosphere during the formation of acid precipitation are not completely understood at the present time, the end result is that the oxides of sulphur and nitrogen are converted to sulphuric and nitric acids respectively. These are *strong* acids which dissociate almost completely in water and have the ability to lower the acidity of rainwater significantly. In fact, the most acidic precipitation yet recorded fell in Scotland in 1974. It was roughly as acidic as vinegar or dilute acetic acid and over *one thousand times* as acidic as natural rain.

acidification of aquatic ecosystems (environments) but much less is known about its effects on terrestrial or land ecosystems such as forests or agricultural crops.

The direct effects of acid rain on human health have yet to be fully described. There is concern that the sulphur dioxide from which acid rain primarily derives can affect the health of people afflicted with respiratory problems. Acidic water passing through metallic pipes can increase copper and lead concentrations in drinking water and even some natural spring waters from areas which have been exposed to heavy acid rainfall have shown elevated levels of lead, copper, aluminum, mercury and cadmium. All these metals can affect human health but the extent of the effects and their associated health costs have yet to be quantified.

Acidic precipitation can also deleteriously affect human artifacts. It can greatly accelerate erosion processes, causing buildings, roads, paint, sculptures and so forth to be aesthetically and functionally damaged with prolonged exposure. The cost of these damages to the urban environment are estimated to exceed $5 billion annually in North America alone.

B. THE CARBON DIOXIDE QUESTION

As more and more people discover that acid rain is not a new phenomenon, they begin to wonder why they haven't heard of it before now. There are a number of reasons for this but the dominant one is that in our society little effective long-range planning is done and most environmental problems are ignored until they are perceived as having reached serious proportions. This is precisely what the Committee hopes to avoid by planning an energy future which will not produce difficult ecological "surprises" that will have to be dealt with in an *ad hoc* fashion at some future date.

Thus, enter the "Carbon Dioxide Question". The term "question" as opposed to "problem" is used here because the repercussions of the well-documented and steady increase in the concentration of carbon dioxide in the Earth's atmosphere are, at present, contentious. But in the opinion of the Committee, this is no reason they should be ignored. On the contrary, this is even greater reason to investigate the phenomenon thoroughly and to plan an energy future which does not alter historical environmental balances, so that a potential problem of truly global proportions will not have to be grappled with 20 to 50 years from now. Certainly, a long-term perspective is called for in the case of the carbon dioxide question.

Much of the public has not yet heard about the carbon dioxide pollution phenomenon. But measurement of the concentration of CO_2 in the atmosphere made at a variety of locations, and over a time span dating back to 1958, have clearly and unambiguously demonstrated that the concentration of CO_2 in the atmosphere is rising at a rate of about one part per million (1 ppm is 1 milligram in 1 kilogram) per year (Figure 4-1). To put this figure into perspective, the concentration increased 13.8 ppm in the 15 years between 1962 and 1977 — an increase from 316.2 to 330.0 ppm or over 4%. Since 1850 and the beginning of the Industrial Revolution, the increase has been from around 290 to 330 ppm, or approximately 14%. If the trend of the last 20 years continues or accelerates, the CO_2 concentration could well reach 400 ppm by the year 2000 — a concentration which could begin to change the Earth's climate, perhaps irreversibly.

Historically, there is evidence that the atmospheric concentration of carbon dioxide has remained approximately constant for past ages because a balance existed between (1) the amount of CO_2 being turned into solid organic compounds annually through photosynthesis and the amount being released annually through both plant and animal respiration; and (2) the amount of CO_2 dissolving into or escaping from the oceans. However, it should be emphasized that this balance was achieved with a *small but steady net loss* of carbon from

bustion, surtout si elle est complète, produit principalement du gaz carbonique. Le pétrole sous toutes ses formes est beaucoup plus polluant en ce sens qu'il s'agit, à l'état naturel, d'une substance complexe et toxique pour les organismes vivants et que sa combustion dégage toute une série de sous-produits dont des hydrocarbures, des résidus particulaires, de l'oxyde de carbone (CO) et du gaz carbonique (CO_2), des oxydes d'azote (NO_x), des anhydrides sulfureux (SO_2) et des métaux lourds. Quant au charbon, il est encore plus polluant puisqu'il produit en beaucoup plus grandes quantités les mêmes types d'agents polluants que les hydrocarbures liquides; qui plus est, son extraction est particulièrement préjudiciable à l'environnement. L'extraction à ciel ouvert, les crassiers acides, les poussières dégagées pendant son transport et sa combustion, l'érosion et les maladies professionnelles comme la silicose du mineur font ainsi du charbon le combustible fossile le moins séduisant du point de vue environnemental.

Deux des problèmes environnementaux les plus aigus de l'heure sont les précipitations acides et les concentrations de gaz carbonique dans l'atmosphère; ces deux phénomènes sont essentiellement une résultante de la combustion des carburants fossiles. L'élément environnemental a donc été pour le Comité le facteur déterminant l'ayant poussé à conclure qu'un nouveau système énergétique pour le Canada ne devrait pas reposer principalement sur l'utilisation des hydrocarbures.

A. LES PRÉCIPITATIONS ACIDES

On pensait jadis que les pluies acides ne représentaient qu'un problème très localisé, par exemple l'acidification des lacs immédiatement adjacents à un complexe métallurgique. Toutefois, nous savons maintenant que les précipitations acides représentent un problème extrêmement répandu, à l'échelle quasiment de la planète tout entière, dont les incidences écologiques pourraient devenir extrêmement marquées.

Les pluies acides ne sont pas une nouveauté. De fait, dès 1852, les habitants de Wansea au pays de Galles s'étaient plaints des effets de la «pluie corrosive» due à l'industrie houillière locale sur leurs troupeaux et la végétation dans toute la région. Le problème toutefois devient de plus en plus sérieux en Europe, en Scandinavie, au Japon et en Amérique du Nord qui tous commencent à constater ses effets préjudiciables pour l'écologie, la santé et le système social tout entier. En 1979, le rapport préliminaire du groupe mixte canado-américain chargé d'étudier la propagation à grande distance des agents polluants en suspension dans l'air a «défini les précipitations acides comme étant le problème général le plus préoccupant du moment».

La raison pour laquelle les précipitations acides ne font les manchettes que depuis quelques années est que les savants n'ont réussi que depuis peu à rassembler suffisamment de données pour pouvoir envisager l'étendue et l'acuité du problème. Comme les pluies acides ne sont dommageables ni dans l'immédiat ni de façon évidente, on peut à juste titre les qualifier d'agents polluants à retardement; leurs conséquences écologiques n'apparaissent qu'avec l'accumulation, à très longue échéance, d'une quantité d'acide suffisante pour produire un effet mesurable. De nombreux tenants de l'environnement soutiennent qu'au moment où le préjudice sera devenu d'une évidence incontestable, les quantités d'acides accumulées seront telles qu'il sera impossible de prendre des mesures palliatives relativement peu coûteuses pour empêcher une dégradation rapide de l'environnement.

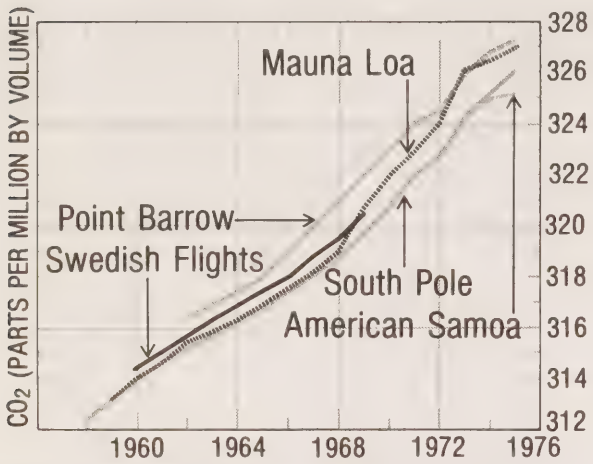
Formation des précipitations acides

La pluie acide est le produit de la contamination des précipitations par de l'acide. L'eau pure est un élément neutre qui, à ce titre, n'est ni acide ni alcalin. Toutefois, l'eau présente dans la nature, même non polluée, n'est jamais pure: en effet, il s'agit d'une solution diluée contenant de l'acide carbonique, un acide qui est le résultat de la dissolution, dans la vapeur d'eau présente dans l'atmosphère, du gaz carbonique.

De nombreux autres composés peuvent être présents dans les gouttes de pluie et certains d'entre eux, des particules provenant du sol par exemple, peuvent rendre l'eau de pluie plus alcaline. D'autres éléments comme l'anhydride sulfureux et les oxydes d'azote—tous deux produits par la combustion des carburants fossiles—peuvent se dissoudre dans l'eau de pluie et en relever le taux d'acidité.

Bien que les spécialistes comprennent encore mal à l'heure actuelle les nombreuses réactions chimiques extrêmement complexes qui se produisent dans l'atmosphère pour donner les précipitations acides, il n'en reste pas moins que les oxydes du soufre et de l'azote s'y transforment respectivement en acide sulphurique et en acide nitrique. Ces acides sont extrêmement *puissants*, ils se dissolvent presque complétement dans l'eau et ont pour caractéristique d'augmenter considérablement le taux d'acidité des eaux pluviales. Les précipitations les plus acides jamais enregistrées l'ont été en 1974 en Écosse. Cette pluie était grosso modo aussi acide que du vinaigre ou de l'acide acétique diluée et son taux d'acidité était plus de *mille fois* supérieur à celui des eaux pluviales naturelles.

Figure 4-1: THE CONCENTRATION OF CARBON DIOXIDE IN THE EARTH'S ATMOSPHERE



Source: After Kellogg, 1978, p. 15. Reprinted by permission of THE BULLETIN OF THE ATOMIC SCIENTISTS. Copyright (c) 1978 by the Educational Foundation for Nuclear Science, Chicago, Ill.

this dynamic cycle over millions and millions of years. The CO_2 which was removed from circulation and stored underground in the remains of once-living organisms is now termed fossil fuel. Thus, when we burn fossil fuels we release carbon which was taken up from the atmosphere by living plants and stored millions of years ago. When we cut down trees we aggravate the problem further because (1) this reduces total photosynthetic activity; (2) the trees release CO_2 when they are burned or decompose; and (3) their removal bares the soil's surface and allows the humus content of the soil to decompose, releasing even more CO_2 to the atmosphere.

Measurements have shown that the annual harvesting of forest biomass releases approximately the same amount of CO_2 as does the combustion of fossil fuels. This means that no great global dependence upon biomass for energy can be tolerated and that for the biomass which is used there must be a policy of *complete replacement*. Unfortunately, this seems to be an unlikely prospect because even without a large-scale commitment to biomass energy the size of the Earth's forests is rapidly diminishing.

It is perhaps difficult for many to think of carbon dioxide as a pollutant because it is a natural and essential component of our atmosphere. But it is not the gas itself which is the problem; it is its atmospheric *concentration* which is potentially environmentally disruptive. This is because there is an intimate relationship between the amount of CO_2 in the air and the Earth's temperature and climate.

The Greenhouse Effect

The atmosphere is composed of molecules we are all familiar with (oxygen, nitrogen, carbon dioxide, water vapour and so forth), but not everyone is aware that these molecules have the ability to absorb energy of certain wavelengths. Most atmospheric gases, including carbon dioxide, are transparent to the relatively short wavelengths of incoming solar radiation; thus much of the incoming energy passes through the atmosphere to be absorbed or reflected by the Earth's surface. At longer wavelengths — the wavelengths at which the Earth reradiates — CO_2 and water vapour are the two main energy-absorbing molecular species in the atmosphere.

When these molecules absorb energy, they cause general atmospheric warming, a phenomenon commonly called the "greenhouse effect" because it is roughly analogous to the warming of a glassed enclosure. A greenhouse is transparent to incoming solar radiation but it impedes heat loss (in this case by preventing convection) and consequently warms up. If the atmosphere warms because of increased energy absorption due to elevated concentrations of CO_2, the surface temperature of the Earth will also rise by means of heat transfer.

The oceans contain a tremendous amount of carbon and they have traditionally been called a sink for or absorber of CO_2, but it is now becoming apparent that the seas may not be the answer to reducing or even controlling the steadily increasing concentration of atmospheric carbon dioxide. (In 1980, the combustion of fossil fuels was expected to release the equivalent of 5.57 billion tonnes of CO_2 (Munn *et al*, 1980) and deforestation probably released an equivalent amount.) There seems to be little dispute that the world's oceanic reservoirs could absorb all the CO_2 man is ever likely to generate, even if he burns the Earth's entire fossil fuel resources. The question is one of time.

Various research techniques have indicated that the rate of turnover of the ocean's thermally stratified waters is very slow. The warm surface waters (some 100 to 200 meters deep) mix with colder deep waters with an exchange time in the order of a thousand years or so. Thus if the surface waters of the oceans did become saturated with carbon dioxide, the removal of elevated levels of atmospheric CO_2 could take an amount of time in the order of several human lifetimes.

What will the effects of this carbon dioxide accumulation be? Scientists indicate that if the air's concentration of CO_2 were to double, this would have the potential

L'incidence des précipitations acides est plus ou moins bien connue selon les secteurs environnementaux. Ainsi, on connaît assez bien les effets de l'acidification des écosystèmes (environnements) aquatiques mais relativement peu de chose de leurs incidences sur les écosystèmes terrestres comme les forêts ou sur les cultures.

Il n'a pas encore été possible de déterminer avec exactitude l'incidence directe des précipitations acides sur l'organisme humain. On soupçonne que l'anhydride sulfureux, qui est la cause principale des précipitations acides, est préjudiciable aux individus souffrant de problèmes respiratoires. Une eau acide passant dans des canalisations métalliques peut avoir pour effet d'accroître la teneur en cuivre et en plomb des eaux de consommation, et certaines eaux de source naturelles provenant de régions exposées à d'abondantes précipitations acides ont accusé des teneurs élevés en plomb, en cuivre, en aluminium, en mercure et en cadmium. Tous ces métaux sont dangereux pour l'organisme, mais il n'a pas encore été possible de se faire une idée précise de l'ampleur de leurs effets sur la santé et les coûts médicaux qui en découlent.

Les précipitations acides peuvent aussi affecter les éléments fabriqués de main d'homme. Elles peuvent accélérer considérablement les phénomènes d'érosion de sorte que les bâtiments, les routes, la peinture, les sculptures, pour ne citer que quelques exemples, qui y sont exposés pendant des périodes prolongées, peuvent subir de ce fait des dégâts d'ordre esthétique et fonctionnel. On évalue à plus de $5 milliards le total des dégâts annuels ainsi causés au seul environnement urbain nord-américain.

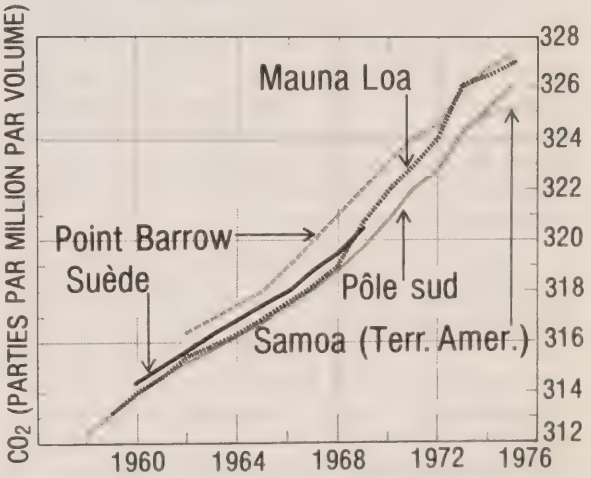
B. LA QUESTION DU GAZ CARBONIQUE

A mesure que les gens découvrent que la pluie acide n'est pas un phénomène nouveau, ils commencent à se demander pourquoi ils n'en ont jamais entendu parler auparavant. Il y a plusieurs raisons à cela, mais la principale est que, dans notre société, la planification effective à long terme est chose rare et la plupart des problèmes environnementaux y sont ignorés jusqu'au moment où ils atteignent une ampleur alarmante. Voilà justement ce que le Comité espère éviter en planifiant un avenir énergétique qui n'engendrera pas de «surprises», écologiques pénibles qui exigeraient ultérieurement des palliatifs *sur mesure*.

Ceci nous amène à la question du gaz carbonique. Nous utilisons ici le terme «question» par opposition à «problème» étant donné que les incidences de l'augmentation régulière et indubitable des concentrations de gaz carbonique dans l'atmosphère terrestre sont à l'heure actuelle controversées. De l'avis du Comité toutefois, cette incertitude ne signifie pas qu'il faille l'ignorer. Bien au contraire, elle justifie d'autant plus une étude approfondie du phénomène et une planification de notre avenir énergétique qui fassent en sorte de ne pas perturber l'équilibre environnemental traditionnel et, partant, de ne pas imposer au 21e siècle un problème dont les répercussions pourraient se faire sentir à l'échelle de la planète. Il ne fait aucun doute que la question du gaz carbonique exige d'être envisagée dans une perspective à long terme.

La plupart des gens n'ont pas encore entendu parler du phénomène de la pollution par le gaz carbonique. Toutefois, certaines mesures, effectuées à divers endroits depuis 1958 déjà, des concentrations de CO_2 dans l'atmosphère ont révélé sans aucune ambiguïté que ces concentrations augmentaient à raison d'une partie par million (1 ppm équivaut à 1 milligramme par kilogramme) par an (figure 4-1). Mis en perspective, ce chiffre signifie que la concentration de CO_2 a augmenté de 13.8 ppm en 15 ans, de 1962 à 1977, soit une augmentation de 316.2 à 330 ppm, équivalant donc à plus de 4%. Depuis 1850, avec le début de la révolution industrielle, cette augmentation a été d'environ 14%, les concentrations passant approximativement de 290 à 330 ppm. Si la tendance enregistrée au cours des 20 dernières années se maintient ou s'intensifie, nous pourrions fort bien connaître en l'an 2000 une concentration de CO_2 de l'ordre de 400 ppm, concentration susceptible de perturber de façon peut-être irréversible le climat de la planète.

Figure 4-1: CONCENTRATIONS DE GAZ CARBONIQUE DANS L'ATMOSPHÈRE TERRESTRE



Source: D'après Kellog, 1978, p. 15. Reproduit avec la permission de «THE BULLETIN OF THE ATOMIC SCIENTISTS». Copyright © 1978 by the Educational Foundation for Nuclear Science, Chicago Ill.

L'analyse historique révèle que les concentrations de gaz carbonique dans l'atmosphère sont restées plus ou moins constantes au cours des époques passées en

to raise the Earth's mean temperature by a few degrees Celsius. Few seem concerned about this possibility because they perceive such a change to be relatively minor. Indeed, it is difficult for Canadians, who commonly experience temperature changes of from 10 to 20 degrees Celsius within a matter of hours or days, to be convinced that a one to three degree change in the global mean temperature over a period of 20 to 70 years could be of any major significance. But such a modification could be most significant indeed. Increases in temperature would vary with latitude and although the increase at the equator might be insignificant for a two to three degree mean global rise, temperatures near the poles might increase by as much as 10°C. Thus it has been suggested that the melting of the polar ice caps could be triggered by a mean global temperature rise of only one to three degrees Celsius. In fact, from the peak of the last glacial period (20,000 to 16,000 years ago) to the peak of the warm interglacial period we are presently living in, the mean temperature of the ocean rose only 2°C and the mean global temperature rose only 5°C.

There are many arguments to counter the idea CO_2 will radically alter climate but on one point there is universal agreement. CO_2 accumulation in our atmosphere does pose a *potential* environmental or climatic threat.

Few predictions call for carbon dioxide to have significant climatic effects before the year 2000 but it should be noted that *there are no currently-known feasible methods to bring about a significant reduction in the amount of carbon dioxide already released should CO_2 accumulation prove to be a real problem with an unacceptable environmental impact.* This is most disturbing because the lead time for substituting alternate energy sources for fossil fuels is measured in decades; the cost of the transition is essentially incalculable; and each alternative should itself be examined for potential unacceptable environmental impacts.

Scientists do not know exactly what a warmer climatic regime would be like. Most agree that it would be wetter in general but some areas, such as the interior of North America, might become much drier. This could have extremely serious consequences in Canada if our grain-producing lands became too dry to support agriculture. In addition, shifting of the growing region north as temperatures moderate would not compensate for this loss as the northern soils are too infertile to support intensive agriculture. In any event, changing the length of the growing season and altering traditional precipitation patterns would almost certainly disrupt established agricultural practices. Man might eventually harvest even more food with a warmer and wetter climate but the confusion which would ensue following major changes could bring about a long sequence of lean years during adaptation. This is not a cheery prospect for a world which already has too many hungry people.

It is obvious that many questions about the relationship between carbon dioxide and climate remain unresolved. As the words of a 1977 National Academy of Sciences Report caution however:

> Unfortunately, it will take a millenium for the effects of a century of use of fossil fuels to dissipate. If the decision is postponed until the impact of man-made climate changes has been felt, then, for all practical purposes, the die will already have been cast.

The Committee believes that steps should be taken now to begin to take this country away from the use of fossil fuels as energy sources so that progress can be made forthwith in establishing an energy mix which will not contribute to carbon dioxide accumulation in the atmosphere. In doing this we will also benefit from curbing acid rain and reducing urban pollution resulting from the use of gasoline and diesel fuel in the transportation sector.

We recognize that Canada's contribution to the global output of CO_2 is small but a start at reducing carbon dioxide emissions has to be made somewhere. Canada has a wealth of alternative energy sources available for development and is thus admirably suited for demonstrating to the rest of the world that an economy can be run on energy sources other than hydrocarbons.

4. DIVERSITY IN ENERGY SUPPLY

People often make the misrepresentative statement that we are in an oil crisis. We are not — at least at the moment. But since so much of our energy is derived from petroleum and since we cannot meet demand with domestic supply, we are in a precarious position. This realization has hopefully taught us that overdependence on any one finite source of supply is shortsighted and foolhardy. Certainly the Committee has concluded that one important characteristic which should be aimed for in a new energy policy is a greater diversity in energy supply.

At present, Canada's energy future is not certain. For instance we do not know to what extent the political and economic climate in years ahead will permit the development of our oil sands resources or of our nuclear-electric potential. Nor do we know the speed with which the technology of some of the alternatives discussed in this Report will be commercialized. Similarly, we do not know when fusion technology will be demonstrated as technically and economically feasible. Reducing these kinds of uncertainties is important if adequate and appropriate investment in energy is to be realized.

raison de l'existence d'un certain état d'équilibre entre (1) les quantités de CO_2 transformées tous les ans en éléments organiques solides par la photosynthèse et les quantités dégagées par les végétaux et les animaux, et (2) les quantités de CO_2 absorbées ou libérées par les océans. Il importe toutefois de relever que cet équilibre s'est accompagné d'une *perte nette minime mais constante* en carbone tout au long de ce cycle dynamique qui s'est manifestée sur des millions et des millions d'années. Le gaz carbonique ainsi éliminé et accumulé sous terre dans les restes des organismes vivant de jadis constitue ce que nous appelons maintenant les combustibles fossiles. Ainsi, lorsque nous brûlons ces combustibles fossiles, nous libérons dans l'atmosphère du carbone qui, il y a des millions d'année, avait été absorbé et fixé par les végétaux. Lorsque nous abattons des arbres, nous aggravons encore le problème parce que (1) nous réduisons d'autant les activités de photosynthèse; (2) nous dégageons du CO_2 lorsque nous les brûlons ou les laissons se décomposer; et (3) nous dénudons le sol superficiel en permettant ainsi à l'humus de se décomposer, libérant ainsi dans l'atmosphère des quantités encore accrues de CO_2.

Certaines mesures ont révélé que l'exploitation annuelle de la biomasse forestière dégageait approximativement la même quantité de CO_2 que la combustion des carburants fossiles. Ceci signifie qu'on ne saurait tolérer une exploitation mondiale à grande échelle de la biomasse a des fins énergétiques et que toute la biomasse exploitée doit faire l'objet d'une politique de *reconstitution complète*. Cette perspective semble toutefois malheureusement peu vraisemblable étant donné que même *en l'absence* d'une exploitation intensive de la biomasse à des fins énergétiques, les superficies boisées de la planète s'amenuisent rapidement.

Le CO_2 s'accumule dès lors dans l'atmosphère en conséquence directe des activités de déboisement de l'homme et de la combustion de quantités toujours croissantes de combustibles fossiles. La plupart des gens ont peut-être du mal à considérer le gaz carbonique comme un agent polluant étant donné qu'il s'agit d'un élément essentiel et tout à fait naturel de notre atmosphère. Mais ce n'est pas le gaz en soi qui représente le problème: c'est plutôt sa *concentration* dans l'atmosphère qui est susceptible de perturber l'environnement. En effet, il existe un lien étroit de cause à effet entre la quantité de CO_2 présente dans l'air et la température et le climat de la planète.

Les océans contiennent énormément de carbone et on les considère depuis toujours comme de gros consommateurs de CO_2. Toutefois, il apparaît de plus en plus que les étendues ne suffiront peut-être pas à stabiliser, et encore moins à réduire, les concentrations de plus en plus importantes de gaz carbonique dans l'atmosphère. (En 1980, la combustion des carburants fossiles a dû, selon les estimations, dégager dans l'atmosphère l'équivalent de 5.57 milliards de tonnes de CO_2 (Munn *et al*, 1980) à quoi il faut ajouter une quantité équivalente attribuable au déboisement.) Il ne semble faire aucun doute que les vastes réservoirs océaniques de la planète pourraient réussir à absorber tout le CO_2 que l'homme puisse jamais produire, même si celui-ci devait brûler la totalité des réserves de combustibles fossiles de la terre. Mais c'est avant tout une question de temps.

Diverses méthodes de recherche ont révélé que le rythme de convection des eaux océaniques constituées de couches thermiques était extrêmement lent. Les eaux plus chaudes à la surface des océans (une couche dont l'épaisseur va de 100 à 200 mètres) se mélangent aux eaux plus froides en profondeur à un rythme de l'ordre du millénaire. Ainsi donc, si les eaux océaniques superficielles venaient à être saturées en gaz carbonique, l'élimination de concentrations élevées de CO_2 pourrait exiger une période équivalant à l'espérance de vie de plusieurs générations.

L'effet de serre

L'atmosphère est composée de molécules que nous connaissons tous (oxygène, azote, gaz carbonique, vapeur d'eau, etc...) mais, par contre, tout le monde ne sait pas que ces molécules ont la faculté d'absorber l'énergie de certaines longueurs d'onde. La plupart des gaz atmosphériques, dont le gaz carbonique, laissent passer les longueurs d'onde relativement courtes du rayonnement solaire; ainsi, la majeure partie de l'énergie que nous fournit le soleil traverse l'atmosphère pour être absorbée ou réfléchie par l'écorce terrestre. Ce sont pour les plus grandes longueurs d'onde, celles dans lesquelles la Terre renvoie le rayonnement, que les molécules qui forment le gaz carbonique et la vapeur d'eau constituent les deux principaux éléments qui absorbent l'énergie dans l'atmosphère.

Ce faisant, ces molécules entraînent un réchauffement général de l'atmosphère, phénomène communément appelé «effet de serre» parce qu'il rappelle grossièrement l'effet de réchauffement qui se produit derrière des surfaces vitrées exposées au soleil. Une serre laisse entrer le rayonnement solaire mais freine les déperditions de chaleur (tout en réduisant les pertes par convection) et donc se réchauffe. Ainsi, si l'atmosphère se réchauffe à la suite d'une augmentation de l'absorption d'énergie résultant de concentrations plus élevées de CO_2, la température à la surface de la Terre augmentera alors par l'intermédiaire de transferts de chaleur.

Achieving a more diverse and flexible energy system will not be without its attendant problems and costs — diversification will require large investments of capital for the research, development and commercialization of the alternatives. For example, equipment and buildings which permit the use of a range of fuels and which lend themselves to flexible uses likely will have higher initial costs than more specialized fuel- and use-specific equipment and buildings.

Diversity should not, however, be regarded as a desirable objective in itself. We must avoid spreading our research and development efforts too thinly in an effort to develop a myriad of energy technologies some of which may not be practical or economic. Nor should we sacrifice the economics inherent in centralized plants and large-scale energy transmission systems when these can serve large populations and industrial activity at the least cost.

Perhaps the greatest difficulty encountered in constructing a more diverse energy system will be social adjustment problems. Adjustments in employment will be necessary as industries which produce inefficient or inflexible energy-consuming products are eliminated by economic and political pressures. Income effects and life-style changes are likely.

We feel, however, that the costs of a more diversified energy system will be small compared to the benefits. Environmental quality will be enhanced. Self-sufficiency will permit greater economic stability. Less uncertainty will encourage growth. The moderated influence of monolithic energy supply corporations may permit greater economic freedom for all of us. Furthermore, the flexibility of a diverse energy system will facilitate adjustments to sudden changes in world energy supply and price and promote more rapid adjustment in the domestic energy mix. Conservation will serve as a motivating force in seeking paths to diversification but supply constraints will also encourage us to diversify our energy mix.

Diversification of our energy system may be promoted by following a variety of paths simultaneously. These include the following:

- *Substitutability*: equipment design and the use of fuels which lend themselves to substitutability to reflect changes in prices and supply will be important.
- *Flexible design*: building construction and equipment design should allow for changes in seasonal applications and for changes in life-styles, and should be adaptable to improved technology.
- *Multi-component systems*: will be necessary to take advantage of changes in the availability of energy sources. For example, it may be desirable to have two or even three sources of heat in a house provided this is economically feasible.
- *Ease of retrofit*: design and construction should foresee the need to make fundamental changes to energy systems.

Canada must lay the scientific and policy groundwork to engender a more diverse supply and utilization of energy for the future to exploit the potential of its resources, to improve energy security and to gain experience in energy management. The Committee therefore believes that short- and medium-term energy strategy should avoid an overwhelming dependence on a few energy forms or technologies and emphasize instead the development of diverse energy alternatives.

5. REGIONAL CONSIDERATIONS

From a domestic point of view an alternative energy policy can and must take this country's vast regional differences in energy resources and energy demand into prime consideration. No one source, technology or currency is equally applicable to all parts of Canada and it would be foolish to once again paint Canada one energy colour. Just as a nation benefits from taking advantage of its best opportunities in trade with other countries, so can each region of Canada benefit by developing alternative energy sources and technologies which exploit its particular advantages.

We are not advocating that each region strive for total energy independence, since such independence may be neither feasible nor a wise use of capital resources. We do believe, however, that a better balance than exists today in the domestic supply of energy from region to region is a goal well worth striving for in promoting economic well-being across the country.

The alternative sources of energy which may figure in Canada's future are well suited to a new, regionally diversified energy policy in that several of them are found across the country. In addition, they are not limited in the strict sense of the word — wind, solar, geothermal and biomass energy all being characterized as immense energy resources. They may also be described as diffuse however, so a limiting factor is the availability of technologies to exploit these resources economically — technologies which will allow us to collect, concentrate and/or convert these resources to meet our energy requirements.

The following maps depict the availability of some of the renewable energy sources across Canada and each is accompanied by brief notes explaining the significant features of the resource.

A. SOLAR ENERGY

Figure 4-2 shows the mean daily solar radiation incident upon a horizontal surface in Canada. The units

Quels seront les effets de cette accumulation de gaz carbonique? Selon les savants, si la concentration de CO_2 dans l'atmosphère venait à doubler, la température moyenne de la planète pourrait en conséquence augmenter de plusieurs degrés Celsius. Cette perspective ne semble guère inquiéter beaucoup de gens, le changement étant en effet considéré comme relativement mineur. De fait, comment convaincre les Canadiens qui ont l'habitude de sautes de température de 10 à 20 degrés Celsius en l'espace de quelques heures ou de quelques jours qu'une augmentation de deux ou trois degrés de la température moyenne de la planète sur une période de 20 à 70 ans pourrait avoir des répercussions considérables? Pourtant, c'est bien le cas. La hausse de température varierait avec la latitude et, si pour une augmentation globale moyenne de deux à trois degrés, la différence est insignifiante à l'Équateur, près des poles, la température pourrait augmenter jusqu'à 10°C. Aussi, d'aucuns ont fait valoir que la fonte des calottes polaires pourrait commencer avec une augmentation de la température moyenne de la planète de 1 à 3 degrés Celsius seulement. De fait, entre l'apogée de la dernière période glaciaire (de 20,000 à 16,000 ans de cela) et l'apogée de la période de réchauffement interglaciaire que nous connaissons actuellement, la température moyenne de l'océan n'a augmenté que de 2°C et la température moyenne de la planète de 5°C.

Les arguments réfutant l'idée selon laquelle le CO_2 va bouleverser de façon radicale le climat ne manquent pas. Toutefois, une constatation fait l'unanimité: l'accumulation de CO_2 dans l'atmosphère représente un danger environnemental ou climatique *possible*.

Même si la plupart des experts s'accordent à dire que l'augmentation de gaz carbonique ne devrait pas entraîner des répercussions climatiques sensibles avant l'an 2000, il est à remarquer qu'*il n'existe à l'heure actuelle aucune technique utilisable permettant de réduire dans une proportion sensible les quantités de gaz carbonique déjà présentes dans l'atmosphère au cas où leur accumulation en viendrait à devenir un problème tangible ayant des incidences intolérables sur l'environnement*. Cette conclusion est très inquiétante en ce sens que le temps dont nous disposons pour remplacer nos combustibles fossiles par des sources d'énergie de remplacement se compte en décennies, que le coût de la transition est foncièrement impossible à calculer et que les incidences environnementales possibles de chaque solution de remplacement devraient être minutieusement analysées.

Les scientifiques ne savent pas exactement ce que donnerait un régime climatique plus chaud. La plupart d'entre eux conviennent qu'il serait en règle générale plus humide mais que certaines régions, l'intérieur de l'Amérique du Nord par exemple, pourrait devenir beaucoup plus sèches. Les conséquences pourraient être extrêmement graves pour le Canada si nos terres céréalières devenaient trop sèches pour pouvoir être cultivées. Qui plus est, la récupération de nouvelles régions agricoles plus au nord à la suite d'un réchauffement de la température ne saurait être une compensation suffisante en ce sens que les sols septentrionnaux ne sont pas assez fertiles pour se prêter à une exploitation intensive. Quoi qu'il en soit, toute modification de la durée de la saison agricole et des régimes traditionnels de précipitations aurait à coup sûr pour conséquence une perturbation profonde des schémas d'exploitation agricole traditionnelle. L'homme pourrait sans doute finir par produire davantage de produits alimentaires sous un climat plus chaud et plus humide, mais la confusion qui ne manquerait pas de se produire à la suite d'un bouleversement radical s'accompagnerait de longues années de vaches maigres pendant toute la période d'adaptation. Cette perspective est loin d'être réjouissante pour notre monde qui compte déjà tellement d'affamés.

Il est évident que de nombreuses questions au sujet du rapport entre la concentration de gaz carbonique et le climat sont encore sans réponse. Toutefois, comme le précisait un rapport publié en 1977 par l'Académie nationale des Sciences:

> Malheureusement, il faudra des millénaires pour que se dissipent les effets d'un siècle d'utilisation de combustibles fossiles. Si la décision se fait attendre jusqu'à ce que se fassent sentir les répercussions d'une modification du climat due à l'homme, on peut dire qu'à toutes fins utiles les jeux auront été faits.

Le Comité estime que des mesures doivent être prises dès maintenant pour libérer notre pays de sa dépendance envers les sources d'énergie fossiles de manière à pouvoir travailler sans plus attendre à la création d'un système énergétique qui ne contribuera pas à accroître l'accumulation de gaz carbonique dans l'atmosphère. Nous réussirions ainsi d'un même tenant à ralentir les précipitations acides et à réduire la pollution urbaine due à l'utilisation de l'essence et du mazout dans le secteur des transports.

Il faut reconnaître que le Canada ne contribue que dans une faible mesure au problème global d'émission de CO_2 mais il faut bien commencer quelque part à réduire ces émissions. Le Canada possède les sources nécessaires d'énergie de remplacement. Il lui suffit donc de les mettre en œuvre et de démontrer au reste du monde qu'une économie peut être basée sur des sources d'énergie autres que les hydrocarbures.

4. DIVERSITÉ DES APPROVISIONNEMENTS ÉNERGÉTIQUES

Il arrive souvent aux gens de dire, à tort d'ailleurs, que nous subissons une crise du pétrole. C'est faux, du moins pour l'instant. Mais comme une partie tellement

Figure 4-2: MEAN DAILY SOLAR RADIATION IN CANADA, MEASURED ON A HORIZONTAL SURFACE AND AVERAGED OVER THE YEAR



Source: Canada, Department of Energy, Mines and Resources, 1980d.

on the map are "Langleys", a Langley being equivalent to 11.6 watthours/m^2/day. One can see that across the most heavily populated parts of Canada the solar radiation over the year averages about 300 Langleys per day. This means that one square metre of horizontal solar collector would receive about 3.5-4.0 kilowatthours of radiant energy per day in this region. (This can be compared to one litre of heating fuel which delivers about 10 kWh of energy.) Of course, only a portion of this energy will be captured by collectors as they vary greatly in their collection efficiency.

Canada compares favourably with most countries of the world in terms of *average* solar radiation received, but this average value is less important than the seasonal distribution of solar energy. We receive the majority of our solar energy during the long, sunny, summer days and considerably less during short winter days. Thus, unfortunately, the peak in energy supply is opposite to that of space heating demand. This should not, however, be taken as an indication that solar energy will have a negligible role to play in a new energy mix. It simply means that in Canada we will have to use solar energy in those applications which are best matched to the availability of the resource.

Examples of such optimized applications are swimming pool heaters, specialized industries such as canning, and greenhouses where crops can be started early to lengthen the growing season. The careful design of collectors, efficient seasonal storage systems, and passive solar structures, all taking the Canadian climate into account, will be necessary if increased and widespread use of solar energy is to be encouraged.

B. WIND ENERGY

The map showing wind energy densities in Canada (Figure 4-3) indicates the areas with the best wind

importante de notre énergie vient du pétrole et que nous sommes incapables de nous suffire à nous-mêmes, notre situation est précaire. Il est à espérer que cette prise de conscience nous aura appris qu'il est téméraire et peu avisé d'avoir à dépendre de façon excessive d'une seule source, limitée, d'approvisionnements. Le Comité ne manque pas de conclure qu'une nouvelle politique énergétique devrait avoir pour particularité importante une plus grande diversification de notre approvisionnement énergétique.

A l'heure actuelle, l'avenir énergétique du Canada est incertain. Nous ne savons pas par exemple dans quelle mesure la conjoncture politique et économique des années à venir nous permettra d'exploiter nos sables bitumineux ou encore notre potentiel énergétique nucléaire. Nous ne savons pas non plus à quel rythme la technologie de certains modes énergétiques de remplacement dont nous faisons état dans le présent rapport pourra apparaître sur le marché. Dans un même ordre d'idées, il nous est impossible de savoir à quel moment la viabilité technique et économique de la technologie de la fusion nucléaire pourra être prouvée. Il est important d'arriver à réduire ces incertitudes si nous voulons assurer les investissements nécessaires et suffisants dans le domaine énergétique.

La mise en place d'une infrastructure énergétique plus souple et plus diversifié ne se fera pas sans problèmes et sans frais: la diversification exigera d'énormes investissements dans la recherche, le développement et la commercialisation des modes de remplacement. Ainsi, le matériel et les bâtiments qui accepteraient toute une série de combustibles et se prêteraient bien à une souplesse d'utilisation coûteraient probablement plus cher au départ que le matériel et les bâtiments actuels prévus en fonction d'une utilisation et d'un combustible spécifiques.

Il ne faudrait pas pour autant considérer la diversité comme un objectif souhaitable en soi. Nous devons éviter une trop grande fragmentation de nos efforts de recherche et de développement qui ne manquerait pas de se produire si nous tentions de mettre au point une myriade de technologiques énergétiques dont certaines ne seraient probablement ni rentables ni commodes. Nous ne devons pas non plus sacrifier l'aspect économique caractéristique des grandes centrales et des réseaux énergétiques à grande échelle s'ils sont conçus pour desservir les régions les plus peuplées et le secteur industriel d'une façon aussi économique que possible.

Le principal obstacle à la mise en place d'un système énergétique plus diversifié sera sans doute l'élément d'adaptation sociale. A mesure que des pressions d'ordre économique et politique feront disparaître les industries qui, actuellement, fabriquent des produits inefficaces, monovalents et énergivores, des rajustements du marché de l'emploi s'imposeront. En conséquence, on assistera vraisemblablement à une évolution des structures de revenus et des modes de vie.

Nous sommes néanmoins d'avis qu'en dernière analyse un système énergétique plus diversifié apportera des dividendes bien plus élevés que l'investissement initial nécessaire. La qualité de l'environnement s'en ressentira de façon positive. L'autosuffisance énergétique entraînera une plus grande stabilité économique. La dissipation des incertitudes stimulera la croissance. La modération de l'influence des grandes entreprises monolithiques du secteur énergétique nous donnera à tous une liberté économique accrue. Enfin, la souplesse inhérente à un système énergétique diversifié nous permettra de réagir plus facilement aux fluctuations brutales des prix et des approvisionnements mondiaux dans le secteur énergétique et facilitera des ajustements plus rapides du cocktail énergétique national. La conservation fera office d'agent moteur pour nos efforts de diversification, mais le marché de l'offre et ses contraintes nous inciteront également à diversifier notre base énergétique.

Nous pourrons promouvoir cette diversification de notre système énergétique en agissant simultanément sur plusieurs plans dont, par exemple, les suivants:

- *L'interchangeabilité*: la mise au point de matériel et l'utilisation de carburants se prêtant à l'interchangeabilité en réaction à toute évolution des prix et de l'offre auront leur importance.

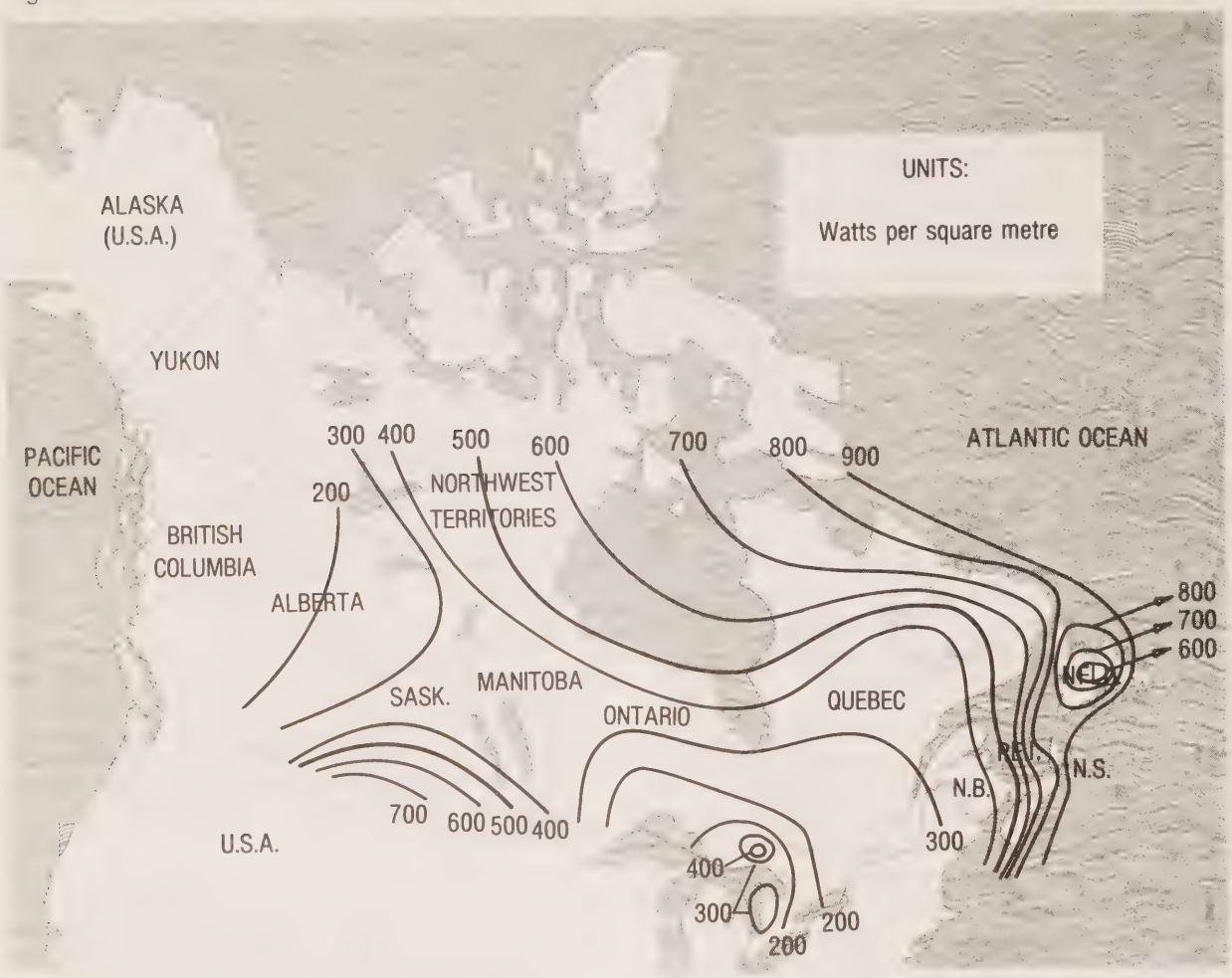
- *Souplesse de conception*: la construction des bâtiments et la conception de l'équipement devraient tenir compte de l'évolution saisonnière des utilisations et de l'évolution des modes de vie, en plus de pouvoir être adaptables aux nouvelles technologies.

- *Systèmes à composantes multiples*: indispensables si l'on veut tirer profit de l'évolution de la disponibilité des sources d'énergie. Ainsi, il sera peut-être souhaitable que les maisons aient deux ou même trois modes de chauffage à condition toutefois que ce soit économiquement réalisable.

- *Convertibilité*: les plans et les structures devraient être établis en fonction d'éventuelles modifications radicales des systèmes énergétiques.

Le Canada doit jeter les bases scientifiques et politiques qui lui permettront d'assurer pour l'avenir un approvisionnement et une utilisation énergétiques plus diversifiés, d'exploiter le potentiel de ses ressources, d'améliorer sa sécurité énergétique et d'acquérir l'expérience nécessaire dans le domaine de la gestion de l'énergie. Le Comité est par conséquent d'avis que toute stratégie énergétique à court et à moyen terme devrait

Figure 4-3: ANNUAL AVERAGE WIND ENERGY DENSITY IN CANADA AT 50 METRES ALTITUDE



Source: Chappell, 1980, p. 2A:20.

regimes. They are Atlantic Canada, Northern Ontario and Quebec, and the southern Prairies. No readings for British Columbia are included since the topographic variation in that Province makes it impossible to accurately indicate general trends. This should not be taken as an indication that British Columbia has no wind energy resource though. In fact, coastal B.C. is seen as one of the areas of greatest wind energy potential. Moreover, in mountainous parts of B.C. there are many sites where winds are funnelled in a way which makes them ideally suited for power generation.

C. BIOMASS

Figure 4-4 presents an estimate of the number of tonnes of biomass which are produced per hectare per year in Canada. This is a very generalized illustration and, while it indicates productivity, it in no way accounts for resource quality or for the ability to harvest the biomass and get it to market. In this respect biomass potential is similar to that of solar — it represents an immense and diffuse resource which awaits additional technological answers if it is to be widely exploited.

It should be reiterated that unlike solar and wind energy, the exploitation of biomass potential requires careful management of the resource. The sun will always shine and the wind will always blow regardless of how we try to exploit them, but when an area is harvested for the biomass it supports today, it must be properly managed to ensure that the resource will be renewed.

D. GEOTHERMAL ENERGY

The map presented for geothermal energy (Figure 4-5) differs from the previous three in that it does not attempt to quantify the size of the resource. It outlines

soigneusement éviter toute dépendance prépondérante à l'égard d'un nombre limité de technologies ou de types d'énergie et mettre plutôt l'accent sur la mise au point de formules énergétiques de remplacement diversifiées.

5. CONSIDÉRATIONS D'ORDRE RÉGIONAL

De point de vue national, toute politique énergétique de remplacement peut et doit tenir compte avant toute autre chose des différences considérables qui existent d'une région à l'autre au niveau des ressources et des besoins énergétiques. Aucune source, aucune technologie et aucune devise énergétique n'est également applicable à toutes les parties du Canada et il serait ridicule de vouloir une fois encore établir une carte énergétique monochrome du Canada. De la même façon qu'une nation a intérêt à profiter le mieux possible de ses échanges commerciaux avec les autres pays, chaque région du Canada peut profiter en développant des sources et des technologies d'énergie de remplacement qui exploitent ses avantages.

Nous ne préconisons pas que chaque région s'efforce de devenir complètement auto-suffisante sur le plan de l'énergie car ce genre d'indépendance n'est probablement pas possible et, même si elle l'était, ne constituerait pas un emploi judicieux des ressources en capital. Nous pensons toutefois qu'un meilleur équilibre que celui qui existe aujourd'hui dans l'approvisionnement énergétique national d'une région à l'autre est un but qui vaut la peine d'être poursuivi dans la promotion du bien-être économique dans l'ensemble du pays.

Les sources d'énergie de remplacement susceptibles d'avoir leur place dans l'avenir du Canada se prêtent bien à une nouvelle politique énergétique à diversification régionale en ce sens que plusieurs d'entre elles sont exploitables à l'échelle du pays tout entier. Qui plus est, elles ne sont nullement limitées au sens strict du terme: l'énergie éolienne, l'énergie solaire, l'énergie géothermique et biomasse ont toutes pour caractéristique d'être des ressources énergétiques colossales. On pourrait également toutefois les définir comme des ressources mal circonscrites, de sorte que le facteur limitatif est ici l'existence où l'absence de technologies permettant leur exploitation rentable, c'est-à-dire toutes les technologies nécessaires pour recueillir, concentrer ou convertir ces ressources pour les adapter à nos besoins énergétiques.

Les cartes suivantes montrent la distribution de certaines de ces sources d'énergie renouvelable au Canada et chacune d'elle s'accompagne d'une rapide description des traits caractéristiques de ces énergies.

A. ÉNERGIE SOLAIRE

La figure 4-2 donne la moyenne quotidienne du rayonnement solaire incident sur une surface horizontale pour tout le Canada. L'unité utilisée est le Langley qui correspond à 11.6 watt/heure/m^2/jour. On voit immédiatement que, pour la plupart des régions les plus peuplées du Canada, l'ensoleillement quotidien moyen, sur l'année, est de l'ordre de 300 Langleys. Ceci signifie qu'un mètre carré de panneaux solaires horizontaux y recueillerait environ 3.8 kilowatt-heure d'énergie de rayonnement par jour. (Par comparaison, un litre de mazout de chauffage fournit une énergie équivalent à 10 kWh environ). Bien entendu, une fraction seulement de cette énergie sera recueillie étant donné que l'efficacité des panneaux solaires varie énormément.

Au niveau du rayonnement solaire *moyen*, le Canada se compare favorablement à la plupart des pays du monde. Toutefois, cette valeur moyenne d'énergie solaire est moins importante que sa distribution saisonnière. La plus grande partie de notre énergie solaire nous parvient surtout pendant les longues journées ensoleillées d'été, et beaucoup moins pendant les jours d'hiver plus courts. Malheureusement donc, la disponibilité de cette énergie est à l'inverse de nos besoins de chauffage. Il ne faudrait toutefois pas en conclure que l'énergie solaire n'aurait qu'un rôle minimal à jouer dans un système énergétique diversifié. Il s'agira simplement pour le Canada d'utiliser l'énergie solaire dans les secteurs qui peuvent le mieux en tirer parti.

On pourrait ainsi utiliser de façon optimale l'énergie solaire pour le chauffage des piscines, dans certaines industries comme les conserveries et pour chauffer des serres, permettant ainsi d'allonger la saison agricole en commençant à cultiver plus tôt. Des panneaux solaires bien conçus, des systèmes d'entreposage saisonnier efficaces et des structures à chauffage solaire passif, parfaitement adaptées au climat spécifique du Canada, seront autant d'éléments indispensables si l'on veut encourager une utilisation plus intensive et extensive de l'énergie solaire.

B. ÉNERGIE ÉOLIENNE

La carte représentant les densités d'énergie éolienne au Canada (Figure 4-3) fait ressortir les régions qui connaissent les régimes éoliens les plus favorables. Il s'agit en l'occurrence de la région de l'Atlantique, du nord de l'Ontario et du Québec ainsi que du sud des Prairies. Aucune indication ne figure pour la Colombie-Britannique étant donné que la diversité topographique de cette province ne permet pas d'indiquer avec précision une tendance générale; il ne faudrait pas pour autant en conclure que la Colombie-Britannique ne présente aucun potentiel du point de vue de l'énergie

Figure 4-4: BIOMASS PRODUCTIVITY ZONES IN CANADA



Source: Love and Overend, 1978, p. 8.

the areas of greatest potential for deriving geothermal energy instead. Since geothermal energy is defined simply as the natural heat of the Earth, a map such as this only indicates areas where the useful energy which can be recovered is thought to be great enough to offset the recovery effort. As outlined in the Geothermal Energy section, the two regions of greatest potential are the area of geologically recent volcanism in British Columbia and the Yukon, and the Western Canada Sedimentary Basin underlying the Prairie Provinces.

Whatever the local resources available, rising energy costs across Canada and incentives that encourage the development of new sources of energy will contribute to energy supply and demand developments. An unbiased approach will recognize regional differences and allow each area to use funding to develop what they perceive to be their best options. Incentives for alternative energy development should not, however, discriminate against the various options available on a national basis. Although general guidelines and financing must largely originate at the federal level, increased cooperation between all levels of government in energy-related matters is imperative. We must not allow domestic quarrelling to lead Canada into unnecessarily costly and Balkanized energy options.

6. STRATEGIC CONCERNS

Canada, whose people represent but one-half of 1% of all mankind, appears to the rest of the world as a thinly-populated nation which is affluent and largely self-sufficient in natural resources. This nation does not flourish in splendid isolation however. On the contrary, it is dependent for a large percentage of its GNP on foreign trade, trade which is mainly conducted with the United States, Western Europe and Japan. Canada's economic well-being is, therefore, tied to the prosperity and security of these three regions. The problem is that

Figure 4-2: RAYONNEMENT SOLAIRE QUOTIDIEN MOYEN SUR UN PLAN HORIZONTAL AU CANADA (MOYENNE SUR L'ANNÉE)



Source: Canada, Énergie, Mines et Ressources, 1980.

éolienne. Bien au contraire, la région littorale de cette province est considérée à ce titre comme l'une des plus prometteuses. Qui plus est, certaine de ses régions montagneuses présentent de nombreux sites caractérisés par un effet de couloir et se prêteraient dès lors admirablement à une exploitation de l'énergie éolienne.

C. BIOMASSE

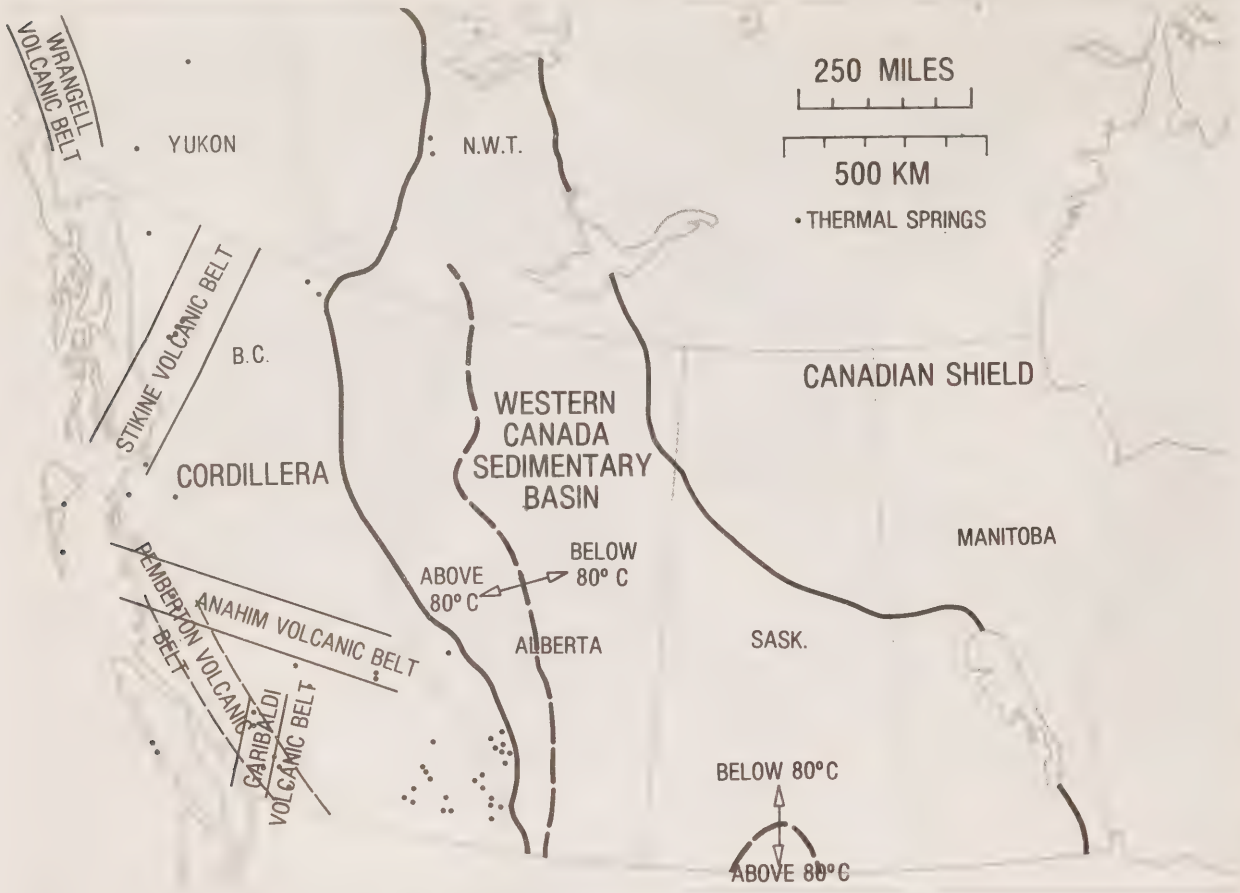
La Figure 4-4 présente une estimation du nombre de tonnes de biomasse produites pas hectare et par an au Canada. Il s'agit d'une illustration très généralisée qui, tout en indiquant des niveaux de productivité, ne tient nullement compte d'éléments comme la facilité d'exploitation et de transport vers les marchés. A ce titre, la biomasse a un potentiel comparable à celui du soleil: une ressource colossale et mal circonscrite dont l'exploitation sur une grande échelle exigerait de nouvelles solutions technologiques.

Répétons ici qu'à l'inverse des énergies solaire et éolienne, l'exploitation de la biomasse exige une gestion minutieuse de cette ressource. Le soleil brillera toujours et le vent ne manquera jamais, quelle que soit la façon dont nous tenterons de les domestiquer; pour la biomasse par contre, toute région exploitée doit faire l'objet d'une gestion attentive afin d'assurer la reconstitution de cette ressource.

D. ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE

La carte de l'énergie géothermique (Figure 4-5) diffère des trois cartes précédentes en ce sens qu'elle ne vise pas à quantifier cette ressources, mais précise

Figure 4-5: GEOTHERMAL POTENTIAL IN WESTERN CANADA



Source: After Souther, 1975, p. 263; and Jessop, 1976, p. 5.

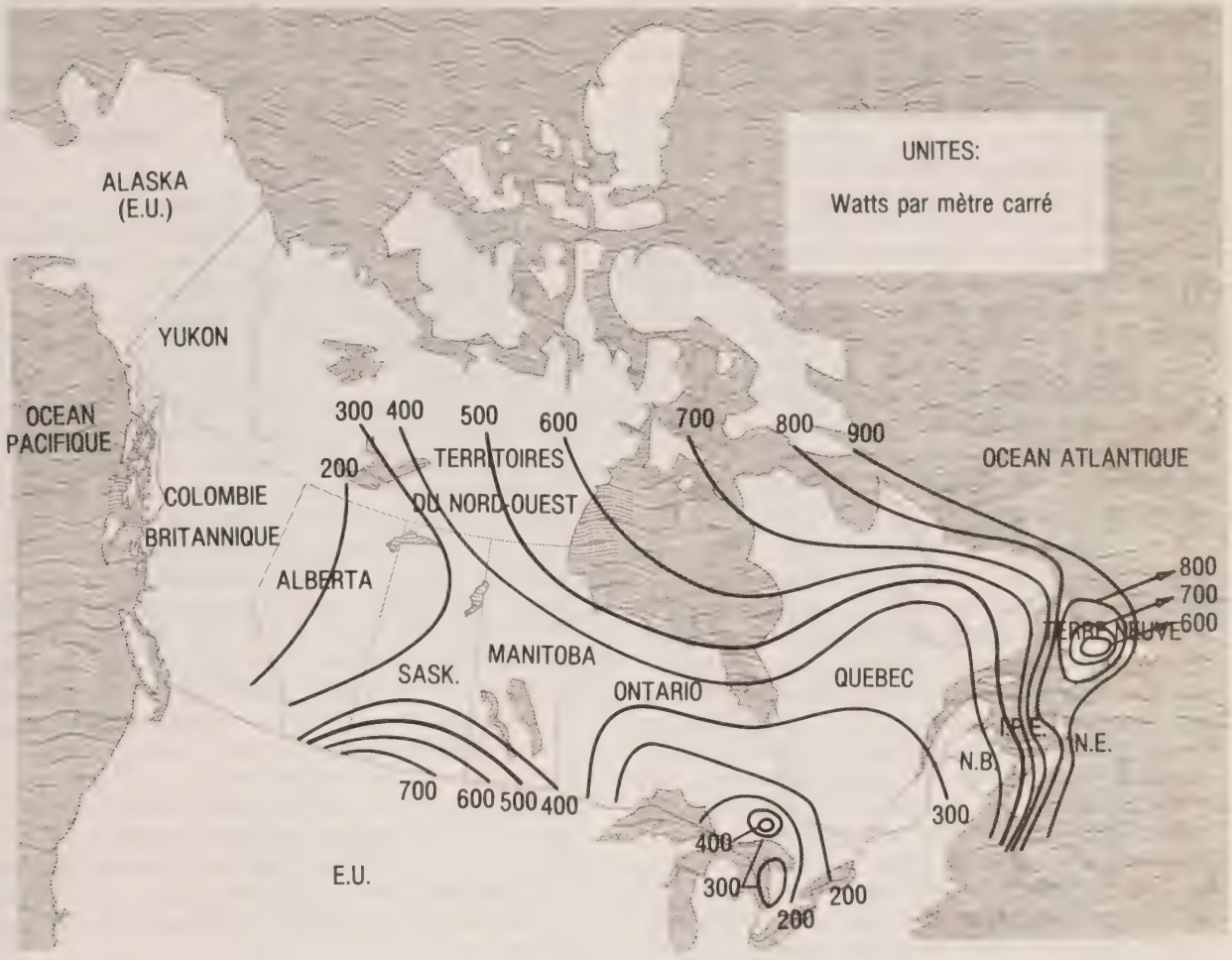
for the next quarter-century these three trading partners, along with Canada itself, will continue to require oil which is supplied in the main from an extremely unstable region of the world — the Persian Gulf.

At the present time Canada is obliged to import a net amount of roughly 300,000 barrels/day of crude oil. According to the supply and demand figures projected by the National Energy Board in its 1978 report, net crude imports would rise to about 760,000 b/d in 1985 and to 900,000 b/d by 1995, in its base case estimate. In a subsequent forecast and responding to world price increases to mid-year 1979, the Department of Energy, Mines and Resources projected that the crude shortfall under then-current policy would grow to 640,000 b/d in 1985 and thereafter decline to 335,000 b/d by 1995 (Canada, EMR, 1979b). The National Energy Program, which makes an unprecedented commitment to modifying demand, foresees net imports of 260,000 barrels/day in 1985 and oil self-sufficiency attained by 1990 (Canada, EMR, 1980e). This projection assumes, however, that the Cold Lake and Alsands Projects will be operational and adding to nonconventional oil supplies in 1987 (the completion of both projects is now in question), and petroleum industry forecasts do not in general share the optimism of EMR's supply/demand scenarios. The Committee looks forward to the new National Energy Board projections which are expected to become available soon after the tabling of this Report.

In 1980, almost 63% of Canada's imported crude oil was purchased from Saudi Arabia and 25% came from Venezuela. Iraq and Kuwait each supplied approximately 3.5% of our import needs and Mexico has begun to deliver small quantities of crude oil to Canada. Thus more than two-thirds of Canada's imports are shipped from the Persian Gulf via the Cape of Good Hope in vessels not of Canadian registry.

Defences against interruptions in this supply of crude oil are limited and weak. Under the International Energy Agreement (signed by Canada, Belgium, Den-

Figure 4-3: DENSITÉ ANNUELLE MOYENNE DE L'ÉNERGIE ÉOLIENNE AU CANADA À UNE ALTITUDE DE 50 MÈTRES



Source: Chappell, 1980, p. 24:20.

plutôt les régions les plus prometteuses du point de vue de l'énergie géothermique potentielle. Puisque l'énergie géothermique se définit simplement comme étant la chaleur naturelle de la Terre, une carte comme celle-ci se limite à spécifier les régions dans lesquelles l'énergie exploitable pourrait justifier l'investissement nécessaire à son exploitation. Comme nous en faisons état au chapitre consacré à l'énergie géothermique, les deux régions les plus prometteuses se trouvent d'une part en Colombie-Britannique et au Yukon, siège d'une activité volcanique récente, et d'autre part dans le bassin sédimentaire de l'Ouest canadien dans le sous-sol des provinces des Prairies.

Quelles que soient les ressources locales existantes, le renchérissement de l'énergie au Canada et tous les moyens permettant d'encourager l'exploitation de nouvelles sources d'énergie contribueront à faire évoluer la situation de l'offre et de la demande. Une formule objective tiendra compte des différences régionales et permettra à chaque région d'utiliser les sources de financement nécessaires pour la mise en valeur des solutions qu'elles jugeront les plus avantageuses pour elles. Il importe toutefois que les mesures d'incitation accordées aux énergies de remplacement ne portent pas préjudice aux diverses options exploitables à l'échelon national. Même si les grandes lignes directrices et les structures de financement doivent surtout émaner du palier fédéral, il est impérieux d'intensifier les coopérations entre tous les paliers de gouvernements pour tout ce qui touche au secteur énergétique. Nous ne devons pas laisser les querelles nationales mener le Canada à des options énergétiques inutilement coûteuses et balkanisées.

mark, West Germany, Ireland, Italy, Japan, Luxembourg, the Netherlands, Norway, the United Kingdom and the United States at Brussels in September 1974), Canada agreed to a plan for stockpiling oil and reducing consumption in the event of sudden shortages. Basically, each nation was to accumulate an emergency oil reserve sufficient to maintain consumption within its borders for 90 days, without net oil imports. Canada has technically been able to meet this requirement (through existing tankage and pipeline fill) without establishing a stockpile because the Agreement applied to the country as a whole and not merely to the Atlantic Provinces, which rely on imported oil for virtually all their petroleum needs and where a prolonged interruption in supply would have a profound impact. As the necessity of shipping oil from Western Canada to the East Coast via the Panama Canal during the 1973 Arab oil embargo demonstrated, the Maritimes are extremely vulnerable to oil shortages. This is a matter of grave concern to Easterners.

The National Energy Program, tabled in the House of Commons on 28 October 1980, addressed this problem by stating that it is a matter of national priority that a natural gas pipeline be extended beyond Quebec City through New Brunswick to Nova Scotia to displace imported oil used in space heating and in certain industrial processes. It was anticipated by the National Energy Board that a natural gas pipeline extension to the Maritimes could be in place and operating by late 1983 and that it, coupled with an extension of the pipeline system in British Columbia to Vancouver Island, could displace some 44 million barrels of crude oil annually by 1990 (Canada, EMR, 1980f). But 1984 seems more likely as a completion date for the Maritimes extension because delays have been encountered in routing the pipeline.

CONCLUSION

The Committee supports the Government of Canada in proceeding immediately with the construction of a natural gas pipeline to the Maritimes. This should be an energy project of first priority in the effort to diversify our energy system and to reduce Eastern Quebec's and the Maritime Provinces' overwhelming dependence on foreign crude oil.

In the realm of alternative energy, Canada participates in RD&D through its membership in the International Energy Agency (IEA). The IEA has operated since 1974 within the framework of the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) and has as one of its basic aims, & co-operation among IEA Participating Countries to reduce excessive dependence on oil through energy conservation, development of alternative energy sources and energy research and development'' (IEA, 1980b). The IEA coordinates specific projects on alternative energy sources and technologies, and in 1979 Canada was directly involved in over 20 such studies, including R&D in energy conservation, coal technologies, solar power, wind power, biomass energy, nuclear fusion and hydrogen.

Considering the wealth at Canada's disposal and the professed commitment of Canadian Governments to overall energy self-sufficiency, the actual contribution of this country to the international effort has been disappointing. In 1979, Federal Government expenditures on RD&D amounted to $163 million, a decline of 4.5% from 1978 in real terms and an increase of only 3% from 1974. In 1979, Canada was among the highest in per capita energy consumption in the IEA but (at the Federal Government level) ranked third last in the ratio of energy RD&D expenditures to total primary energy demand. Canada ranked eleventh in terms of per capita expenditures on energy RD&D, and conventional nuclear R&D accounted for over 60% of the total expenditure. Energy conservation RD&D expenditures amounted to $12.5 million, or 7.7% of the total, and new energy source RD&D accounted for $21.7 million, or only 13.3% of the total (IEA, 1980b, p. 14, 19, 109). In 1978, provincial government expenditures on energy-related RD&D amounted to $99.9 million in total, or 63% of the Federal expenditure for the same year. Table 4-1 sets forth the Canadian position relative to other IEA member countries. Clearly, Canada has a long way to go to match the efforts being exerted by most other members. Even with provincial expenditures taken into account, Canada's effort, while more respectable, is not impressive.

RECOMMENDATION

In its own best interest and in the interest of furthering the objectives of the IEA, Canada should accelerate the rate of increase in its alternative energy RD&D expenditures.

7. SOCIAL CONCERNS

The lives and livelihoods of all people are unavoidably affected by energy concerns. Canadians in particular are especially affected because they use energy intensively for a number of reasons. The extremes of temperature experienced annually in this country are one factor and the broad geographical extent of our land and the fact that it is sparsely populated are others. Nevertheless, no matter where one lives, basic human requirements for food and shelter can only be met through the expenditure of energy. This is not to say,

Figure 4-4: ZONES D'EXPLOITATION DE LA BIOMASSE AU CANADA



Source: Love and Overend, 1978, p. 8.

6. PRÉOCCUPATIONS D'ORDRE STRATÉGIQUE

Le Canada, dont la population représente seulement un demi pour cent de l'humanité, est considéré par le reste du monde comme une nation riche, peu peuplée et dans une large mesure autosuffisante dans le domaine des ressources naturelles. Toutefois, cette nation ne prospère pas dans une tour d'ivoire. Bien au contraire, son PNB dépend beaucoup de ses échanges commerciaux avec l'étranger, principalement les États-Unis, l'Europe occidentale et le Japon. La prospérité économique du Canada est par conséquent étroitement liée à celle de ces trois régions ainsi qu'à leur sécurité. Le problème est que, pendant le quart de siècle à venir, ces trois partenaires commerciaux, et d'ailleurs le Canada lui-même, continueront à avoir besoin de pétrole principalement originaire d'une partie du monde—le Golfe persique—extrêmement instable.

A l'heure actuelle, le Canada est obligé d'importer une quantité nette d'environ 300,000 barils de pétrole brut par jour. D'après les chiffres de l'offre et de la demande projetés par l'Office national de l'énergie dans son rapport de 1978, les importations nettes de brut devraient atteindre 760,000 barils par jour en 1985 et 900,000 barils par jour d'ici 1995, selon les estimations les plus optimistes. Dans une prévision ultérieure et en réponse aux augmentations du prix mondial au milieu de 1979, le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources avait prévu que, dans le cadre de la politique alors en vigueur, le brut qu'il nous faut importer atteindrait 640,000 barils par jour en 1985 puis retomberait à 335,000 barils par jour d'ici 1995 (Canada, EMR, 1979b). Le Programme énergétique national qui, comme cela n'avait jamais été fait auparavant, s'engage à modifier la demande, prévoit des importations nettes de 260,000 barils par jour en 1985 et l'autosuffisance

Table 4-1: ENERGY-RELATED STATISTICS FOR IEA MEMBER COUNTRIES, 1979

Country	IEA Government Energy RD&D Budgets (US$ millions) (est.)[a]	Total Primary Energy Demand (TPE) (mtoe)[f] (1978 figures)	Gross Domestic Product (GDP) (US$ billions) (est.)	Population (millions) (est.)[b]	IEA Government Energy RD&D per capita (US$ (est.)[a]	GDP per Capita (US$ thousands) (est.)	TPE per capita (toe) (est.)
Australia	n.a.	69.0	120.5	14.434	n.a.	8.3	4.78
Austria	31.9	24.9	68.9	7.506	4.25	9.2	3.32
Belgium[c]	97.7	46.1	111.5	9.860	9.90	11.3	4.68
Canada[e]	139.2	203.4	222.8	23.691	5.88	9.4	8.58
Denmark[c]	31.0	19.3	65.6	5.120	6.05	12.8	3.76
Germany[c]	1 048.0	270.2	755.8	61.337	17.09	12.3	4.41
Greece	4.1	14.6	37.5	9.444	0.43	4.0	1.56
Ireland[c]	4.7	8.2	14.9	3.256	1.44	4.6	2.52
Italy[c]	213.2	139.5	318.6	56.888	3.75	5.6	2.45
Japan	919.3	357.0	1 021.6	115.880	7.93	8.8	3.08
Netherlands[c]	111.7	64.2	151.8	14.030	7.89	10.8	4.58
New Zealand	8.5	10.5	21.1	3.160	2.69	6.7	3.32
Norway	39.5	21.3	45.3	4.074	9.70	11.1	5.23
Spain	79.3	70.2	197.4	37.554	2.11	5.3	1.87
Sweden	108.5	51.0	103.3	8.296	13.08	12.5	6.14
Switzerland	52.6	23.8	94.1	6.318	8.33	14.9	3.77
U.K.[c,d]	389.2	212.2	391.2	55.783	6.98	7.0	3.80
U.S.	3 783.4	1 842.1	2 349.0	220.415	17.16	10.7	8.36

[a] Exchange rates used are annual averages from the *IMF International Financial Statistics*.
[b] From OECD Main Economic Indicators, March 1980.
[c] The expenditures of the EC Member countries do not include their contributions to the EC programme.
[d] With respect to nationalized industries, the United Kingdom figures include only the expenditures on energy RD&D financed by government funds. Other expenditures by nationalized industries on energy RD&D were £125.8 million in 1979.
[e] Excludes Provincial Government RD&D budgets.
[f] mtoe = million tonnes of oil equivalent.

Source: International Energy Agency, 1980b, p. 18.

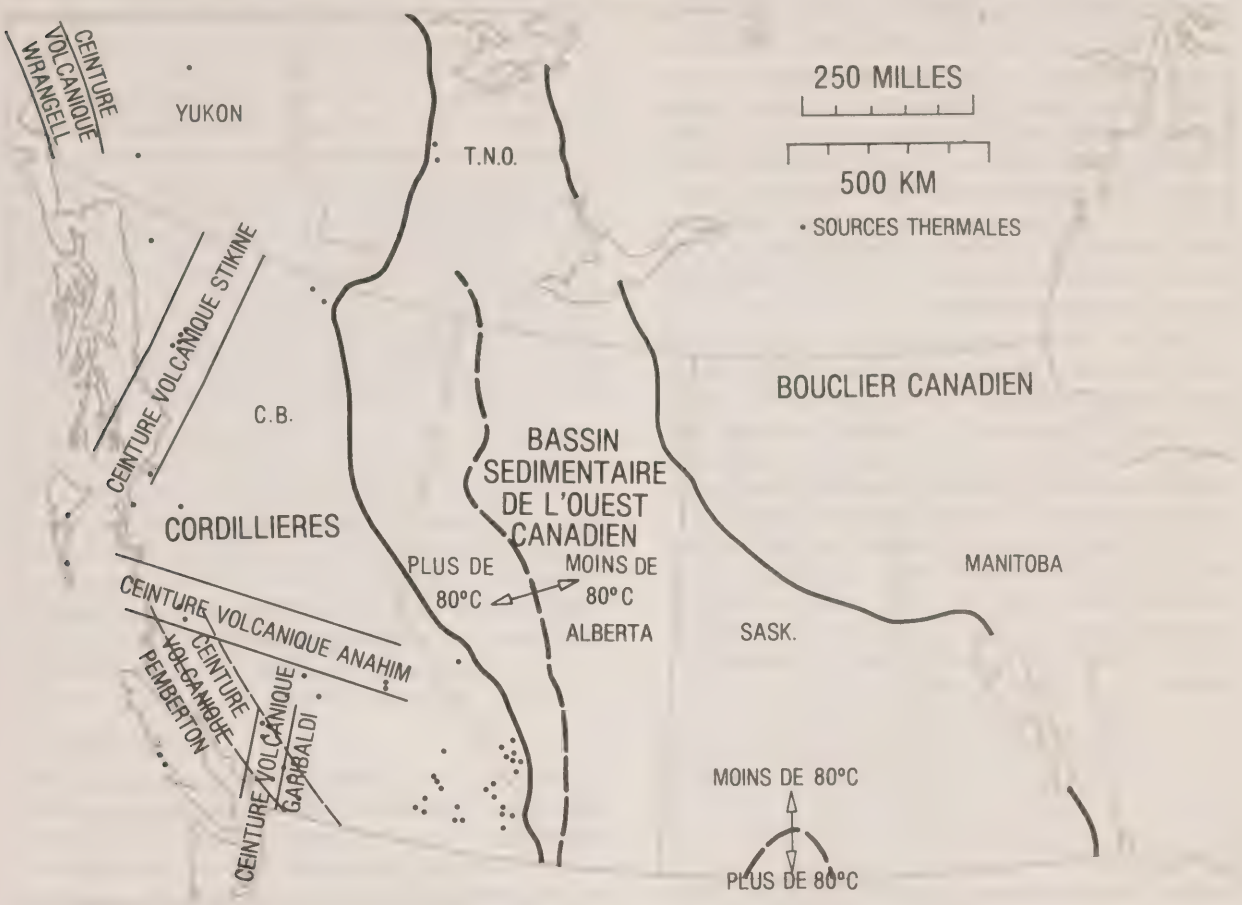
however, that consumption of more and more energy automatically improves the quality of life. It must be remembered that in exploiting energy resources in an irrational fashion we can deleteriously affect other parameters, such as the environment, and actually worsen the quality of life. Thus governments, in formulating energy policy, must seriously consider the social effects energy policies will produce.

A good energy policy should strive to ensure that plentiful, affordable energy is available so that the necessities of life can be guaranteed for all. It should at least endeavour to ensure maintenance of present standards of living and it should offer the hope of an even more prosperous future. It must not create unemployment; on the contrary, it should generate jobs and bring people to a greater awareness of how energy affects and, in many ways, controls their lives.

In recent years a new concept has been introduced into the energy debate. This philosophy attempts to deal with energy by concentrating on demand and in so doing divides energy options into two basically different approaches, called "soft" and "hard" energy paths. Soft energy paths are seen as those which restrain demand and enable a society to be based totally or primarily on renewable forms of energy and decentralized sources of supply. A major commitment to conservation is thus an integral part of the soft energy option since demand must not rise beyond a level which renewable energy sources can handle. All other approaches to energy policy which deal primarily with energy supply, and which presuppose large centralized facilities, are called hard energy paths.

The Committee feels that such an arbitrary division of energy policy options is unnecessary. In fact, it can

Figure 4-5: POTENTIEL GÉOTHERMIQUE DE L'OUEST CANADIEN



Source: D'après Souther, 1975, p. 263; et Jessop, 1976, p. 5.

énergétique d'ici 1990 (Canada, EMR, 1980e). Cette prévision suppose toutefois que les projets de Cold Lake et Alsands seront en chantier et viendront s'ajouter aux réserves de pétrole non conventionnel en 1987 (l'achèvement de ces deux projets est maintenant en doute) et les prévisions de l'industrie du pétrole ne partagent pas dans l'ensemble l'optimisme des scénarios d'offre et de demande de EMR. Le Comité attend avec impatience les nouvelles projections de l'Office national de l'énergie qui devraient être publiées peu après la parution de ce rapport.

En 1980, le Canada a acheté près de 63% de son pétrole brut importé à l'Arabie Saoudite et 25% au Vénézuela. L'Irak et le Koweït ont chacun fourni environ 3.5% de nos importations et le Mexique a commencé à nous livrer de petites quantités de pétrole brut. Ainsi, plus des deux tiers des importations canadiennes ont pour origine le Golfe persique et nous arrivent par le Cap de Bonne Espérance dans des pétroliers qui ne battent pas pavillon canadien.

Les moyens de défense en cas d'interruption arbitraire mais toujours possible de nos approvisionnements de brut sont peu nombreux et peu efficaces. Aux termes de l'Entente internationale sur l'énergie (signée à Bruxelles en septembre 1974 par le Canada, la Belgique, le Danemark, la République fédérale allemande, l'Irlande, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, les Pays-Bas, la Norvège, le Royaume-Uni et les États-Unis), le Canada a accepté un plan prévoyant la constitution de réserves de pétrole et une diminution de consommation en cas de pénurie soudaine. Il s'agit essentiellement pour chacune de ces nations de constituer des réserves d'urgence suffisantes pour assurer la consommation intérieure pendant 90 jours sans aucune importation extérieure nette. Le Canada a, techniquement parlant, été en mesure de respecter ces critères (en remplissant les réservoirs et les oléoducs existants) sans constituer de réserves dans la mesure où l'Entente s'applique à l'ensemble du pays et non pas aux provinces atlantiques qui dépendent pratiquement à 100% du pétrole importé et pour lesquelles une interruption prolongée des appro-

confuse the issue by making the general public feel that we are in an either/or situation — one must choose one route or the other in a mutually exclusive fashion. We believe that Canada is going to need a range of options extending from small, decentralized renewable energy sources to large, centralized sources of supply to meet demand. We further believe that conservation should be a cornerstone of any energy policy, regardless of whether that policy is described by some as soft or hard. No matter what our future sources of supply will be, in the short run conservation is the first priority in addressing the energy problems we face.

In terms of renewable energy sources, we do not yet know enough about each of them to be able to conclude definitively how much energy each will be able to supply. For example, it is difficult to assess what social ramifications a headlong plunge into large-scale use of biomass energy would have and therefore we cannot accurately assess how much energy this alternative source could realistically provide. Similarly, there are still a number of questions about what the effects of large-scale solar energy use would be — what are the material, energy and space requirements for a large number of solar installations — so we do not know how much energy solar will ultimately supply.

We believe that before any government can decide on the individual roles alternative energy sources and technologies can play, a great deal of research and development must still be done to answer questions such as those described above. This Committee believes that more RD&D in alternative energy sources and technologies should be proceeded with immediately — not because we advocate either a soft or a hard energy future, but rather because we see an urgent necessity for gaining greater insight into the options Canada should develop in the future.

Undoubtedly, one great step towards making this country more energy responsible will be to make everyone conscious of the amount of energy he or she consumes, how this energy was exploited and what the actual economic, social and environmental costs of its use are. And, since the Committee feels conservation is one of the most important aspects of an alternative energy policy, it is *essential* that the public become much more energy-aware. This can be done by increasing efforts to educate people about how and how not to use energy, and by giving people a "hands-on" feeling for energy — which can be illustrated by the following example. In apartment buildings which have a flat rate for tenants' electrical consumption there is no incentive to turn off lights and electrical appliances when they are not in use. However, when individual metering is installed in multi-unit buildings, overall electrical consumption drops because individuals can see the benefits of conservation reflected in lower electricity bills. Innovations which generate this kind of *feedback* about the consequences of our daily energy decisions are required to help us adjust to using energy more wisely.

Thus, implicit in the energy future envisioned by the Committee is the understanding that Canadians will find it necessary to modify their habits in ways which allow them to consume less energy. Fortunately this type of change already seems to be taking place to some extent. Thousands are switching to smaller cars, people are turning down thermostats, homes are being better built, and there is a return to living in the core of cities. This trend will undoubtedly continue and broaden in the future and, as present values change, smallness and energy efficiency will become the new status symbols.

This trend bodes well for the future because it means citizens are changing habits in a direction which is characterized by decreased energy consumption and heightened environmental awareness. Social developments of this kind are encouraging because they are amongst the prime goals the Committee wishes to foster. Conservation practices and the decentralized production of energy inherent in an expanded exploitation of renewables should allow Canadians to further develop a "hands-on" feeling for their energy consumption.

As the rate of growth in per capita energy consumption in this country declines and the use of alternative energy sources increases, the rate at which large power-generating establishments have to be constructed will diminish. Those large establishments which are required, however, will keep the generation of some energy localized and the benefits to be gained from such installations, particularly the ability to more easily control emissions from a centralized source, will help provide a cleaner environment. In other words, a mixture of what have been described as soft and hard energy options, coupled with accelerated programs of public information, should permit people to become more intimately involved with and aware of how they use energy. In our opinion, this should lead to a better quality of life.

We realize that the transition from a fossil fuel to a renewables-based economy will impose its hardships on energy consumers. Although most Canadians will benefit from increases in secure energy supplies, a greater diversity in energy supply sources, new growth in energy supply and related industries and improved economy-wide energy efficiency, some Canadians may find increases in energy prices difficult to contend with. Nevertheless, *it should be remembered that even today we all pay the cost of subsidizing energy use.* The indirect nature of these costs often deludes us into thinking that they do not exist and that they never will have to be paid, so no wonder the prospect of paying

visionnements aurait des répercussions très marquées. Les Maritimes sont extrêmement vulnérables aux pénuries de pétrole comme l'a révélé l'embargo décrété en 1973 par les pays arabes qui a nécessité le transport de pétrole de l'Ouest canadien vers les provinces de l'est via le canal de Panama. Cet état de chose ne manque pas d'inquiéter profondément les Canadiens de l'Est.

Le Programme énergétique national déposé à la Chambre des communes le 28 octobre 1980 se penche sur le problème en faisant une question de priorité nationale de la prolongation d'un gazoduc depuis Québec jusqu'à la Nouvelle-Écosse en passant par le Nouveau-Brunswick, de manière à assurer le remplacement du pétrole importé pour le chauffage domestique et certains usages industriels. L'ONE avait prévu la mise en place opérationnelle, à la fin de 1983, d'une prolongation du réseau en Colombie-Britannique jusqu'à l'île de Vancouver et d'une prolongation vers les Maritimes du gazoduc existant qui aurait pu ainsi, dès 1990, réduire nos importations de quelque 44 millions de barils de brut par an (Canada, ONE, 1980f). Toutefois, 1984 semble une date d'achèvement plus vraisemblable pour le prolongement jusqu'aux Maritimes eu égard aux retards apportés au tracé du gazoduc:

CONCLUSION

Le Comité donne son entier appui au gouvernement du Canada pour la construction immédiate d'un gazoduc destiné à approvisionner les Maritimes en gaz naturel. Ce projet énergétique devrait bénéficier de la toute première priorité dans le cadre d'un programme de diversification de notre système énergétique et aurait pour but de réduire la trop grande dépendance de l'est du Québec et des provinces maritimes à l'égard du pétrole brut importé.

Pour ce qui est des énergies de remplacement, le Canada participe à des activités de RD&D dans le cadre de l'Agence internationale pour l'énergie (AIE) dont il fait partie. Cette agence a été créée en 1974 dans le contexte de l'Organisation pour la Coopération et le Développement Économiques (OCDE) et un de ses objectifs principaux est «la coopération entre pays participants dans le but de freiner la trop grande dépendance à l'égard du pétrole grâce à la conservation de l'énergie, l'exploitation de sources d'énergie de remplacement et à diverses activités de recherche et de développement» (AIE, Bilan de 1979, 1980). L'agence assure la coordination de projets spécifiques portant sur les technologies et les sources d'énergie de remplacement et, en 1979, notre pays a participé directement à plus de 20 études de ce genre, notamment dans les domaines de la recherche et du développement pour la conservation de l'énergie, des technologies houillères, de l'énergie solaire, de l'énergie éolienne, de l'énergie de la biomasse, de la fusion nucléaire, et de l'hydrogène.

Compte tenu des richesses dont dispose le Canada et de la détermination, affichée par ses gouvernements, d'obtenir son autosuffisance énergétique totale, la contribution de notre pays à l'effort international a été décevante. En 1979 en effet, les dépenses du gouvernement fédéral en RD&D ont totalisé $163 millions, soit un fléchissement net de 4.5% par rapport à 1978 et une augmentation de 3% seulement par rapport à 1974. En 1979 toujours, le Canada comptait parmi les pays de l'AIE ayant la plus forte consommation d'énergie par habitant alors que (au niveau du gouvernement fédéral) il était l'antépénultième de la liste au chapitre des dépenses de RD&D en énergie par rapport à la demande nationale pour l'énergie primaire. Il se classait onzième pour les dépenses par habitant en RD&D dans le domaine de l'énergie, et encore la part consacrée à la recherche et au développement pour l'énergie nucléaire classique représentait-elle plus de 60% de ce total. Les dépenses en RD&D pour la conservation de l'énergie s'élevaient à $12.5 millions, soit 7.7% du total et, dans le domaine des nouvelles sources d'énergie, elles ne totalisaient que $21.7 millions, soit 13.3% du total (AIE, Bilan de 1980b, p. 14, 19, 109). En 1978, les dépenses consenties par les gouvernements provinciaux au chapitre des activités de RD&D en matière énergétique ont totalisé $99.9 millions, soit 63% du total des dépenses fédérales pour cette année-là. Le tableau 4-1 montre la position occupée par le Canada par rapport aux autres pays membres de l'AIE. Il est évident que notre pays a encore beaucoup à faire pour que ses efforts puissent se comparer à ceux de la plupart des autres états membres. Même si l'on tient compte des dépenses provinciales, l'effort consenti par le Canada, quoique davantage respectable, reste peu impressionnant.

RECOMMANDATION

Le Canada devrait, dans son intérêt propre et dans le but de donner plus ample suite aux objectifs de l'AIE, intensifier le taux d'accroissement de ses dépenses en RD&D dans le secteur des énergies de remplacement.

7. PRÉOCCUPATIONS D'ORDRE SOCIAL

L'existence et la subsistance de tous les peuples sont incontestablement liées à l'énergie. Les Canadiens sont particulièrement touchés parce qu'ils utilisent beaucoup d'énergie pour un certain nombre de raisons. Les extrêmes de température que leur pays connaît tous les ans est un des facteurs et la grande étendue géographique du pays et le fait que sa population soit clairsemée en sont d'autres. Toutefois, indépendamment de l'en-

extra for each barrel of oil is distasteful. But the Committee recognizes that price increases will take place and that higher energy costs are inevitable.

In Canada today, oil prices are not based upon the cost of production alone but are regulated at a level below the international price. Energy consumers are thus protected both from high world prices and from sudden changes in those prices. Since the pricing of other energy commodities is linked, either directly or indirectly, to that of oil, Canada's energy system as a whole is governed by politically-determined oil pricing decisions. As the international price increases and as the domestic price rises towards it, as intended in present policy, the prices of other energy forms will also increase.

Along with the direct effect of higher energy prices on budgets, there will be inflationary impacts as these prices work themselves through the entire economy, raising the cost of living for all Canadians. Those Canadians who cannot adjust to the reduction in their disposable income that will come about because of higher energy costs will have to be protected. The shotgun approach to subsidizing lower-income Canadians through regulated oil prices is considered unwise by some, though, not only because this promotes the consumption of oil, which is perverse under present circumstances, but because it gives all oil consumers a subsidized ride. The point is made that higher energy prices are not the only cause of poverty and it is unreasonable to expect energy price regulation to improve or significantly worsen this perennial social problem. Better tools than price regulation exist for redistributing income.

In the transition to more expensive energy, those who are recognized as having difficulty coping with increased prices should be aided directly through the existing system of income supplements. This subsidization should receive a high priority. In addition, there are other benefits associated with providing income supplements for those hit hardest by higher costs — for one, by having more income to spend, those who are subsidized can invest in energy efficiency rather than in more energy consumption.

The promotion of some forms of alternative energy will have a pronounced and universal social effect if that policy brings about increases in food prices — the so-called "food versus fuel" controversy. Any future energy program which utilizes agricultural or food biomass for the production of alternative energy, if it is to replace a significant proportion of the petroleum currently being used, will necessarily require a large amount of land and other resources normally needed in agriculture and silviculture. This is a primary social concern in a world where food production is already insufficient, for a variety of reasons, to meet global demand.

This concern has both domestic and international implications:

- Further pressure on land prices, which have already undergone large increases in recent years (especially in the rural-urban interface), would be undesirable.
- Shifts in production between food crops and fuel crops in response to rapidly changing input costs, demand and profitability could destabilize agricultural prices and incomes. This would be undesirable from the point of view of producers and consumers who have been working toward greater stability in the food system.
- People who suggest that land should be reserved for agricultural purposes point out that there are already large segments of the human family which are under- or malnourished. They feel it is morally indefensible for man to utilize valuable agricultural land to grow crops to produce energy which will be consumed by a relatively small, and already well-fed, segment of the population. Despite the maturation of the "Green Revolution" in some parts of the developing world, foodstuffs produced in Canada provide an important source of supplementary food in certain world markets. Our food production relieves pressure on grain markets and contributes to a moderation in what otherwise might be prohibitively high prices in time of grain shortages. Cellulosic feedstocks such as hybrid poplar seem far more attractive than agricultural foodstuffs as energy crops because they can be grown on non-food-producing land and will thus not necessarily be in direct competition with food crops for prime soil. This would have to be carefully monitored though as energy crops that were profitable on rough or marginal land (Classes 4 to 7 of the Canada Land Inventory, Agricultural Land Classification System) could be even more profitable on higher quality land, which might be nearer energy markets and already served by transportation systems. Legislation might be required to prevent energy feedstock crops from displacing agricultural crops.
- The disparity between the "have" and "have-not" nations may be exacerbated if there is a global shift towards using biofuels. Underdeveloped countries may try to produce such fuels domestically, thus possibly taking food commodities out of production and hence out of international trade. Furthermore, if they try to cultivate energy crops for exportation in a desperate attempt to gain hard currency, this could lead to an increase in the already unacceptable rates of global deforestation and desertification (the spreading of deserts).

At the present time, there is much argument amongst scientists and energy analysts over whether there is a net energy gain in producing energy products

Tableau 4-1: STATISTIQUES RELATIVES À L'ÉNERGIE POUR LES PAYS MEMBRES DE L'AIE, 1979

Pays	Budgets gouvernementaux RD&D secteur énergétique (en millions de dollars US) (est.)[a]	Demande totale pour l'énergie primaire (DEP) (mtep)[f] (chiffres de 1978)	Produit intérieur brut (PIB) (milliards de dollars US) (est.)	Population (millions) (est.)[b]	Dépenses gouvernementales par habitant, RD&D, secteur de l'énergie (dollars US) (est.)[a]	PIB par habitant (en milliers de dollars US) (est.)	Demande d'énergie primaire totale par habitant (tep) (est.)
Australie	n.a.	69.0	120.5	14.434	n.a.	8.3	4.78
Autriche	31.9	24.9	68.9	7.506	4.25	9.2	3.32
Belgique[c]	97.7	46.1	111.5	9.860	9.90	11.3	4.68
Canada[e]	139.2	203.4	222.8	23.691	5.88	9.4	8.58
Danemark[c]	31.0	19.3	65.6	5.120	6.05	12.8	3.76
Allemagne[c]	1 048.0	270.2	755.8	61.337	17.09	12.3	4.41
Grèce	4.1	14.6	37.5	9.444	0.43	4.0	1.56
Irlande[c]	4.7	8.2	14.9	3.256	1.44	4.6	2.52
Italie[c]	213.2	139.5	318.6	56.888	3.75	5.6	2.45
Japon	919.3	357.0	1 021.6	115.880	7.93	8.8	3.08
Pays-Bas[c]	111.7	64.2	151.8	14.030	7.89	10.8	4.58
Nouvelle-Zélande	8.5	10.5	21.1	3.160	2.69	6.7	3.32
Norvège	39.5	21.3	45.3	4.074	9.70	11.1	5.23
Espagne	79.3	70.2	197.4	37.554	2.11	5.3	1.87
Suède	108.5	51.0	103.3	8.296	13.08	12.5	6.14
Suisse	52.6	23.8	94.1	6.318	8.33	14.9	3.77
Royaume Uni[c,d]	389.2	212.2	391.2	55.783	6.98	7.0	3.80
États-Unis	3 783.4	1 842.1	2 349.0	220.415	17.16	10.7	8.36

[a] Les taux de change utilisés sont les moyennes annuelles publiées dans les statistiques financières internationales du FMI.
[b] *Principaux indicateurs économiques de l'OCDE*, mars 1980.
[c] Les dépenses des pays membres de la CE ne comprennent pas leur contribution aux programmes de la CE.
[d] Pour ce qui est des industries nationalisées, les chiffres mentionnés pour le Royaume-Uni comprennent uniquement les dépenses en RD & D dans le secteur énergétique financéees par le gouvernement. Les autres dépenses consenties à ce titre par les industries nationalisées s'élevaient à 125.8 millions de livres sterling en 1979
[e] A l'exclusion des budgets de RD & D des gouvernements provinciaux.
[f] mtep=millions de tonnes d'équivalent pétrole.

Source: Agence internationale pour l'énergie, 1980b, p. 18.

droit où il habite, l'homme doit consentir à une dépense énergique pour assurer ses besoins vitaux que sont le gîte et l'alimentation. Ceci ne signifie nullement qu'il faille dépenser de plus en plus d'énergie pour améliorer la qualité de la vie. Il faut en effet se rappeler que toute exploitation irrationnelle des ressources énergétiques peut avoir une incidence tout à fait nuisible sur d'autres paramètres, l'environnement par exemple, et dès lors sur la qualité de la vie aussi. Lorsqu'ils formulent leurs politiques énergétiques, les gouvernements doivent donc tenir très sérieusement compte des répercussions sociales qu'elles auront.

Une saine politique énergétique doit avoir pour but d'assurer les besoins vitaux de tous grâce à des approvisionnements énergétiques abondants et abordables. Au minimum, il faudrait qu'elle s'efforce de protéger le niveau de vie déjà acquis en offrant l'espoir de lendemains encore meilleurs. Loin d'être cause de chômage, elle doit au contraire créer de l'emploi et, en outre, faire mieux comprendre à chacun dans quelle mesure l'énergie influence et souvent aussi régente son existence.

Au cours des dernières années, le débat sur l'énergie s'est enrichi d'une nouvelle notion. Cette philosophie se penche sur la question en se concentrant sur la demande et, de ce fait, scinde les options énergétiques en deux catégories foncièrement différentes qu'on appelle respectivement l'énergie «douce» et l'énergie «dure». Sous le premier vocable, on regroupe toutes les formes d'énergie qui limitent la demande et permettent à une société de fonctionner surtout ou exclusivement à

such as ethanol from crops. In brief, approximately the same amount of energy is required to grow the crops and convert them to ethanol as is contained in the ethanol itself. But surely this is begging the question; if one has a great deal of difficulty in determining whether a process produces any net energy at all, it is obviously not an alternative which holds much promise for solving energy problems. There is, however, no question about the net energy balance involved in the "fuel" people use; food is essential for survival.

These arguments are countered by those who say the protein content of food crops is not consumed or damaged during fermentation and that developing new and marginal lands for energy crop production may actually increase the world's net amount of disposable protein. Furthermore, they state that this is more to the point since the world is starved of protein, not carbohydrate. The argument sounds convincing — at first — but further thought raises some serious doubts. This scenario would probably not, in fact, ever come about because the protein-containing dry distiller's grains produced during fermentation will almost certainly be used for animal feed in the developed countries producing ethanol. In fact, it is unlikely the protein would ever reach those peoples who desperately require it, at least not as long as the developed world continues to demand a large quantity of *animal* protein in its diet.

It appears that regardless of how attractive the biomass energy route appears to some, producing energy products from food crops on a broad scale will almost certainly lead to increased prices for agricultural products and to world shortages of food. It will probably never do a great deal to mitigate the oil crisis the world is caught up in now, and it will almost certainly exacerbate the food crisis the world is sure to experience in a not-too-distant tomorrow. Energy can be derived from a variety of sources and can be distributed and consumed in the form of a variety of energy currencies. The question thus arises: Why use the food resource, which is essential for one purpose — namely providing sustenance for the human race — for a purpose such as providing energy, when there are alternatives for the latter? One aim of proper resource management should always be to fit the resource to the end-use required. This basic principle may be violated in turning food crops into energy crops.

On the other hand, energy from *cellulosic* biomass, particularly wood, is an attractive alternative energy opportunity in Canada and seems well-suited to making a significant contribution to energy supplies. This is why in Alternative Energy Sources, Currencies and Technologies the Committee recommends that Canada develop methanol from cellulosic biomass rather than ethanol from food crops, for use as a fuel in the transportation sector. (The promise of producing ethanol from cellulose is also attractive but this process requires further R&D at the present time.)

partir d'énergies renouvelables et de sources d'approvisionnement décentralisées. La solution de l'énergie douce a dès lors pour partie intégrante un vigoureux effort de conservation, étant donné que la demande ne saurait atteindre un niveau tel qu'elle ne puisse être satisfaite par les énergies renouvelables. Toutes les autres options de politiques énergétique qui s'attachent principalement à l'aspect offre et supposent de grosses infrastructures centralisées constituent la voie des énergies dures.

Le Comité est d'avis qu'une division aussi arbitraire des options énergétiques est inutile. De fait, elle pourrait même semer la confusion en faisant croire au grand public qu'il s'agit d'une alternative absolue dont les deux membres s'excluent mutuellement. Nous pensons que le Canada aura besoin, pour satisfaire à la demande, d'une vaste gamme d'options allant des petites sources d'énergie renouvelable décentralisées aux sources centralisées de plus grande envergure. Nous soutenons en outre que la conservation doit être la pierre angulaire de toute politique énergétique quelle qu'elle soit, indépendamment de l'option—dure ou douce—retenue. Quelles que puissent être nos sources d'approvisionnement de demain, la conservation est, à court terme, la toute première priorité à respecter lorsque nous nous attaquerons à nos problèmes énergétiques.

Pour ce qui est des sources d'énergie renouvelable, nous n'en savons pas encore assez à leur sujet pour pouvoir déterminer de façon péremptoire selon quel ordre de grandeur elles seront chacune capables de nous approvisionner. Ainsi, il est difficile d'imaginer les ramifications sociales que pourrait entraîner un engagement massif dans l'exploitation de la biomasse sur une grande échelle, et il nous est dès lors impossible d'évaluer avec précision et objectivité la quantité d'énergie que cette source de remplacement pourrait fournir. Dans un même ordre d'idées, un certain nombre de questions relatives aux répercussions d'une utilisation massive de l'énergie solaire restent encore sans réponse—quelles seraient les exigences matérielles, énergétiques et spatiales qui présideraient à la mise en place d'un grand nombre de petites installations solaires?—de sorte que nous ne savons pas quelles quantités d'énergie le soleil pourrait en fin de compte nous fournir.

Nous estimons qu'avant toute décision gouvernementale quant aux rôles respectifs des diverses sources d'énergie de remplacement et de leurs technologies connexes, il importe de se concentrer sur des activités de recherche et de développement beaucoup plus poussées afin de trouver les réponses aux questions comme celles que nous citons ci-dessus. Le Comité est d'avis que cette intensification des efforts de RD&D pour les sources d'énergie de remplacement et leurs technologies connexes devrait commencer immédiatement, non pas que nous préconisons l'adoption de l'une ou l'autre option--énergie dure ou énergie douce--mais bien parce que nous considérons qu'il est impérieux de mieux connaître les options que le Canada devrait faire siennes pour l'avenir.

Il est indubitable que, pour rendre notre pays plus conscient de ses responsabilités énergétiques, il faudra—et c'est un premier pas important—sensibiliser chacun de nos concitoyens à la quantité d'énergie qu'il consomme, lui faire bien comprendre comment cette énergie a été exploitée et quels sont les véritables coûts économiques, sociaux et environnementaux de son utilisation. Qui plus est, puisque le Comité soutient que la conservation est l'un des aspects les plus importants de toute politique d'énergie de remplacement, il est *crucial* que le grand public prenne davantage conscience de ce qu'est l'énergie. Il serait possible d'y arriver en faisant plus d'efforts pour l'éduquer sur la façon d'utiliser et ne pas utiliser l'énergie et en donnant à tous et chacun le moyen de percevoir l'énergie de façon tangible, et nous pouvons illustrer cette thèse par l'exemple suivant. Dans les grands immeubles locatifs, là où les locataires paient un forfait pour l'électricité, rien ne vient les encourager à éteindre les lumières et à débrancher les appareils lorsqu'ils sont inutilisés. Toutefois, l'installation de compteurs individuels dans ces grands ensembles s'accompagne inmanquablement d'une réduction de la consommation totale du simple fait que, pour chaque locataire, la conservation a un effet tangible sous la forme d'une diminution de sa note d'électricité. Des innovations susceptibles d'entraîner ce genre d'*effet rétroactif* au niveau des conséquences de chacune de nos petites décisions quotidiennes en matière énergétique sont absolument indispensables pour nous aider à utiliser notre énergie avec plus de sagesse.

Ainsi donc, l'avenir énergétique envisagé par le Comité suppose implicitement que tous les Canadiens devront se rendre compte qu'il leur faut modifier leurs habitudes de façon à consommer moins d'énergie. Il est réconfortant de constater que ce changement d'attitude semble déjà exister dans une certaine mesure. Des milliers et des milliers d'automobilistes ont adopté la petite voiture, les consommateurs baissent leur thermostat, les maisons sont mieux construites et, de plus en plus, les populations urbaines reviennent vers les centres. Il est indubitable que cette tendance se poursuivra en s'intensifiant et, à mesure qu'évolueront les valeurs actuelles, la parcimonie et l'efficacité énergétiques deviendront les nouveaux symboles de succès.

Cette tendance est d'excellent augure pour l'avenir parce qu'elle signifie que les individus changent leurs habitudes en adoptant la voie d'une meilleure rentabilité énergétique et d'un plus grand respect de l'environnement. Une telle évolution sociale est encourageante en ce sens qu'elle est caractéristique des objectifs premiers

que le Comité tient à encourager. Les habitudes de conservation et la production énergétique décentralisée inhérente à une meilleure exploitation des sources renouvelables devraient permettre aux Canadiens de développer encore davantage ce sentiment de participation tangible à l'effort collectif de conservation énergétique.

A mesure que le taux de croissance de la consommation d'énergie par habitant s'infléchira et que l'utilisation de sources d'énergie de remplacement ira en augmentant, on assistera à un ralentissement du rythme auquel devront être construites de grosses infrastructures énergétiques. Toutefois, les grosses centrales qui resteront nécessaires permettront de centraliser une partie de la production énergétique, et les avantages qu'elles représenteront, notamment un contrôle plus facile des émanations, contribueront à nous donner un environnement plus pur. En d'autres termes, une combinaison d'énergies douces et dures alliée à des programmes accélérés destinés à informer le public devrait donner aux citoyens la possibilité de faire davantage leur part et de mieux comprendre les tenants et les aboutissants de l'énergie qu'ils consomment. A notre avis, cela devrait déboucher sur une amélioration de la qualité de la vie.

Nous sommes parfaitement conscients du fait que la conversion de notre économie à une base énergétique renouvelable, par opposition aux combustibles fossiles, imposera des contraintes aux consommateurs d'énergie. Même si la plupart de nos concitoyens profiteront en dernière analyse d'un élargissement des approvisionnements énergétiques sûrs, d'une plus grande diversification des sources d'énergie, d'une nouvelle croissance des secteurs industriels de la production énergétique et d'une efficacité énergétique accrue de toute notre économie, certains d'entre eux se sentiront sans doute très touchés par le renchérissement de l'énergie. Quoi qu'il en soit, *il ne faudrait pas oublier que, même à l'heure actuelle, nous payons tous une part du prix de l'utilisation de sources d'énergie subventionnées.* La nature indirecte de ces subventions nous porte souvent à croire, à tort, qu'elles n'existent pas et que nous n'aurons jamais à en assumer le coût, et il n'est dès lors nullement surprenant que la perspective d'avoir à payer davantage pour chaque baril de pétrole soit loin de nous plaire. Mais le Comité doit admettre que des augmentations de prix se produiront et que le renchérissement de l'énergie est inévitable.

Aujourd'hui, au Canada, les prix du pétrole ne sont pas basés sur le seul coût de la production mais sont réglementés à un niveau inférieur au prix international. Les consommateurs d'énergie sont donc protégés contre les prix mondiaux élevés et contre tout changement soudain de ces prix. Comme le prix des autres produits énergétiques est lié, directement ou indirectement, à celui du pétrole, le système énergétique du Canada est, dans son ensemble, régi par des décisions de prix basées sur des considérations politiques. A mesure qu'augmentera le prix international et que le prix national se rapprochera de ce dernier, comme le désire la politique actuelle, le prix des autres formes d'énergie augmentera également.

Accompagnant l'effet direct de prix de l'énergie plus élevés sur les budgets, il y aura des incidences inflationnistes à mesure que ces prix se répercuteront sur l'ensemble de l'économie, augmentant ainsi le coût de la vie pour tous les Canadiens. Ceux d'entre eux qui ne pourront s'adapter à la diminution de leur revenu disponible due au renchérissement de l'énergie devront être protégés. La formule la plus directe qui consiste à subventionner les Canadiens à plus faible revenu par la réglementation du prix du pétrole est toutefois considérée comme manquant de sagesse non seulement parce qu'elle encourage la consommation de pétrole, ce qui est nuisible dans la conjoncture actuelle, mais également parce qu'elle revient à subventionner purement et simplement tous les consommateurs de pétrole. On a avancé que le renchérissement de l'énergie n'est pas la cause unique de la pauvreté et il ne serait pas raisonnable d'espérer que la réglementation du prix de l'énergie améliore ou aggrave de façon significative cet éternel problème social. Il existe d'autres manières que la réglementation des prix pour assurer la redistribution du revenu.

Au cours de la période transitoire qui débouchera sur une énergie plus coûteuse, les citoyens que l'on sait avoir de la difficulté à supporter les augmentations de prix devraient bénéficier d'une assistance directe par le biais du système actuel des suppléments de revenu. Ce subventionnement devrait recevoir une priorité élevée. De plus, il y a d'autres avantages à fournir des suppléments de revenu à ceux qui sont le plus touchés par les coûts plus élevés; en premier lieu, en ayant davantage de revenus disponibles, les Canadiens ainsi subventionnés pourraient investir dans la rentabilité énergétique plutôt que dans une plus grande consommation d'énergie.

La promotion de certaines formes d'énergie de remplacement aura des répercussions sociales marquées et d'application universelle si cette politique se traduit par des augmentations du prix de l'alimentation: c'est ce qu'on a appelé la «controverse du beurre ou de l'essence». Tout programme énergétique qui utiliserait la biomasse agricole ou alimentaire pour produire de l'énergie de remplacement en quantité suffisante pour se substituer à une proportion importante du pétrole actuellement utilisée mobiliserait obligatoirement de vastes superficies ainsi que d'autres ressources normalement utilisées par l'agriculture et la sylviculture. Il s'agit ici d'un secteur de préoccupation sociale de toute pre-

mière importance étant donné que, pour toute une série de raisons, la production alimentaire mondiale ne suffit déjà pas à répondre à la demande globale.

Cet élément a des conséquences tant sur le plan national qu'international:

- Une nouvelle augmentation du prix des terres qui a déjà considérablement évolué à la hausse au cours des dernières années (en particulier dans les secteurs de convergence entre les villes et les campagnes), serait indésirable.

- Une évolution du secteur de la production qui abandonnerait les cultures alimentaires pour les cultures énergétiques en réponse à une modification rapide de la structure des prix de revient, de la demande et de la rentabilité, pourrait déstabiliser les prix et les revenus agricoles. Cet état de chose serait préjudiciable à la fois au producteur et au consommateur qui se sont toujours efforcés d'améliorer la stabilité du secteur de l'alimentation.

- Ceux qui préconisent de réserver la terre à l'agriculture font remarquer que, déjà à l'heure actuelle, une proportion importante de l'humanité souffre de la faim ou de malnutrition. Selon eux, il est moralement indéfendable d'utiliser des terres agricoles précieuses à des cultures énergétiques dans la mesure où l'énergie ainsi produite sera destinée à une minorité de la population mondiale qui n'a déjà pas de soucis d'ordre alimentaire. Malgré l'avènement de la «révolution verte» dans certaines parties du monde industrialisé, la production alimentaire canadienne représente pour certains marché mondiaux un complément non négligeable. Notre production agricole soulage les marchés céréaliers et a un effet mitigateur sur le prix des céréales qui, en d'autres circonstances, pourrait devenir prohibitif en période de disette. Les approvisionnements en cellulose comme les peupliers hybrides semblent être des cultures énergétiques plus intéressantes que les récoltes agricoles parce qu'on peut les faire pousser sur des terrains ne convenant pas à la culture de produits alimentaires et qu'ils ne feront donc pas concurrence aux cultures alimentaires pour les terres de choix. Il faudra cependant surveiller la situation de près car les cultures énergétiques qui étaient profitables sur les terres marginales (catégories 4 à 7 de l'inventaire des terres du Canada, Système de classification des terres agricoles) peuvent l'être encore plus sur des terres de première qualité qui peuvent se trouver plus près des marchés énergétiques et être déjà desservies par les réseaux de transport. Il faudra peut-être avoir recours à la législation pour empêcher les cultures énergétiques d'évincer les cultures agricoles.

- La disparité entre nations nanties et non nanties peut être intensifiée s'il se produit une transition globale vers les biocombustibles. Les pays sous-développés essaieront peut-être de produire eux-mêmes ces combustibles au risque de réduire leur production alimentaire et, partant, d'amenuiser les échanges internationaux dans le secteur alimentaire. De plus, s'ils essaient de se recycler dans les cultures énergétiques destinées à l'exportation dans un effort désespéré pour acquérir des devises fortes, cela pourrait avoir pour conséquence une intensification du déboisement et de la désertification qui ont déjà atteint des niveaux inacceptables.

A l'heure actuelle, savants et spécialistes de l'énergie sont partagés sur la question de savoir si les cultures énergétiques—pour la production d'éthanol par exemple—représentent un gain énergétique net. Grosso modo, on peut dire que le potentiel énergétique de l'éthanol correspond à peu près à la quantité d'énergie nécessaire pour le produire à partir de cultures énergétiques. De toute évidence, la question contient sa propre réponse: tant qu'on a du mal à déterminer si un procédé produit de l'énergie nette, c'est qu'il ne s'agit pas d'un procédé prometteur pour la solution des problèmes énergétiques. Par contre, l'aspect équilibre énergétique net du «combustible» utilisé par l'organisme ne laisse aucun doute: l'homme doit s'alimenter pour suivre.

Cette argumentation est réfutée par ceux qui soutiennent que la valeur protéique des récoltes alimentaires n'est ni utilisée, ni réduite au cours de la fermentation et que l'exploitation de territoires vierges ou moins fertiles par des cultures énergétiques pourrait en fait accroître les ressources protéiques nettes utilisables à l'échelle mondiale. Ils ajoutent que l'argument est d'autant plus spécieux que le monde manque de protéines plutôt que de glucides. Cette thèse est de prime abord convaincante mais ne résiste pas à plus ample analyse. En effet, ce scénario ne se concrétisera probablement jamais étant donné que le grain de distillation contenant les protéines produit au cours de la fermentation sera presque toujours utilisé pour l'alimentation du bétail dans les pays industrialisés qui produiront de l'éthanol. De fait, il est peu vraisemblable que ces protéines soient jamais offertes à ceux qui en ont le plus criant besoin, du moins tant et aussi longtemps que le monde industrialisé conservera un régime alimentaire extrêmement riche en protéines *animales*.

Il semble donc que, pour séduisante que puisse sembler pour d'aucuns l'énergie de la biomasse, la production énergétique à partir de cultures alimentaires à grande échelle se concrétiserait presque à coup sûr par un renchérissement des produits agricoles et une pénurie de produits alimentaires à l'échelle mondiale. Elle ne serait sans doute pas non plus d'une grande utilité pour mitiger la crise du pétrole que le monde connaît actuellement et aggraverait très certainement la disette qui menace la planète dans un avenir relative-

ment proche. De l'énergie peut être tirée d'un grand nombre de sources; elle peut également être distribuée et consommée sous des formes et des valeurs très diverses. La question qui se pose est dès lors la suivante: pourquoi utiliser nos ressources alimentaires, indispensables à un titre bien précis—la subsistance de l'espèce humaine—pour produire de l'énergie alors que nous disposons pour cela d'autres moyens? Une saine gestion des ressources doit toujours avoir au nombre de ses objectifs une exploitation qui soit fonction de l'utilisation qui doit en être faite. La conversion des cultures alimentaires en cultures énergétiques pourrait fort bien être une violation de ce principe fondamental.

D'un autre côté, l'énergie tirée de la cellulose, notamment du bois, est une source d'énergie de remplacement intéressante pour le Canada et semble pouvoir fournir un apport important aux réserves d'énergie. C'est pourquoi, au chapitre Sources, devises et technologies de l'énergie de remplacement, le Comité recommande que le Canada produise du méthanol à partir de la cellulose plutôt que de l'éthanol à partir des cultures alimentaires, pour s'en servir comme carburant. (La perspective de produire de l'éthanol à partir de la cellulose est également intéressante mais ce procédé exige de plus amples travaux de recherche et de développement).

Electricity and Hydrogen in Canada's Energy Future

There are two energy currencies which can be derived from all the alternative energy sources which we have considered. They are electricity and hydrogen. We see these two currencies dominating Canada's energy mix in the long term because they satisfy our criteria for determining the direction a new energy policy should take.

- Consideration number one was that *conservation* should be encouraged. This should be done no matter what the energy mix and simply means that energy should be used judiciously and efficiently.
- The second principle stated that energy should be derived from *renewable* and/or *inexhaustible energy sources.* Wind, geothermal, hydro, tidal, biomass, solar and nuclear energy all satisfy these criteria. (Living organisms and biomimetic systems — systems which mimic the chemical reactions of living organisms — may also be developed which can evolve hydrogen.)
- Third, all of the energy sources named (with the exception of nuclear, the environmental hazards of which have not yet been determined to our satisfaction) are relatively *environmentally benign,* as are the currencies produced (hydrogen and electricity) and as are the "combustion" products of these currencies (water and low-quality heat).
- Fourth, the variety of sources, diversity of production methods, options for storage and transportation, and spectrum of end uses possible for these energy currencies allow development of a system which will indeed be very *flexible.* (Another consideration worth noting in this connection is that electricity and hydrogen are *interconvertible* using electrolysis or fuel cells, further increasing the flexibility of this energy system.)
- Fifth, the resources required to produce hydrogen and electricity are plentiful in Canada, giving us the potential to become completely energy self-sufficient, thereby eliminating *strategic concerns.*
- Sixth, the flexibility of this system coupled with the wide variety of potential energy sources throughout the country ensure that Canada can achieve *regional diversity* in energy supply and demand management.
- Seventh, the facts that a hydrogen-electric energy system would be less polluting than our present system, that this mix would create employment across the whole country and that such a system would generate technological and economic spinoffs through the export of new Canadian technology abroad are excellent *social benefits.*

The flexibility of a hydrogen-electric system is indicated diagramatically in Figure 4-6, which indicates various possibilities for hydrogen production and use in an industrial society.

For a considerable time to come, oil will continue to play an important role in our energy mix since we already have the infrastructure for its production, distribution and use in place and because it is the source of a broad range of convenient fuels. Although Canada is lacking large reserves of light crude oil, our nation does have oil sands in abundance. Thus one way we will continue to meet our unavoidable requirements for petroleum products is through converting our heavy crudes into light oils by adding hydrogen. (The addition of hydrogen increases the hydrogen/carbon ratio of heavy oils, changing them into light oils.) Today the hydrogen required for this process is typically obtained by stripping it from the methane (CH_4) molecule, the main constituent of natural gas. But this practice is clearly wasteful of hydrocarbon resources and we believe that hydrogen produced by electrolysis (splitting of water into hydrogen and oxygen by means of an electrical current) should be used in the future to upgrade heavy oils. In this connection we have an abundance of sites for both small- and large-scale hydro-electric developments in Canada and even remote sites now considered uneconomic could be harnessed to generate electricity which could in turn be used to produce hydrogen.

We have observed the increasing requirement for energy in Canada's energy supply industries — our nation requires progressively more energy to extend conventional energy supplies. This suggests that Canada needs to be more innovative in approaching the supply problem. For example, Canadian utilities will build more thermal-electric generating stations and these stations, bound by the laws of thermodynamics,

La place de l'électricité et de l'hydrogène dans l'avenir énergétique du Canada

Deux devises énergétiques peuvent être tirées de toutes les différentes sources d'énergie que nous avons envisagées. Il s'agit de l'électricité et de l'hydrogène. Selon nous, ces deux devises devraient dominer le tableau énergétique du Canada dans le long terme parce qu'elles répondent aux critères que nous avons choisis en vue de déterminer l'orientation que devrait prendre une nouvelle politique énergétique.

- Nous avons été guidés en tout premier lieu par la nécessité d'encourager les *économies* d'énergie. De tels encouragements devraient être prodigués, quel que puisse être le tableau énergétique, et ils devraient tendre tout simplement à une utilisation judicieuse et efficace de l'énergie.

- Selon le second principe énoncé par nous, l'énergie devrait être tirée des *sources renouvelables* ou *inépuisables*. Les énergies éolienne, géothermique, hydroélectrique, marémotrice, de la biomasse, solaire et nucléaire répondent toutes à ces critères. (Des organismes vivants et des systèmes biomimétiques — systèmes qui copient les réactions chimiques des organismes vivants — peuvent également être développés en vue de la production de l'hydrogène.)

- En troisième lieu, toutes les sources d'énergie mentionnées (à la seule exception de l'énergie nucléaire, car les risques qu'elle fait courir à l'environnement n'ont pas encore été selon nous déterminés de manière satisfaisante) ne présentent guère de *risque pour l'environnement;* il en est de même des devises qui en proviennent (l'hydrogène et l'électricité) et des produits résultant de la «combustion» de ces devises (l'eau et la chaleur de faible qualité).

- Quatrièmement, la variété des sources d'énergie, la diversité des méthodes de production, les solutions applicables en matière d'entreposage et de transport, ainsi que toute la gamme des utilisations finales possibles pour ces devises énergétiques permettent l'élaboration d'un système qui, sans nul doute, sera très *souple*. (A cet égard, il est également important de remarquer qu'il est possible *de convertir* l'électricité en hydrogène et inversement en se servant de l'électrolyse ou de piles à combustible, ce qui contribue à augmenter encore la souplesse de cette filière énergétique.)

- Cinquièmement, les ressources nécessaires à la production de l'hydrogène et de l'électricité sont abondantes au Canada, ce qui nous offre la possibilité de devenir complètement autosuffisants au plan de l'énergie, nous débarrassant ainsi de toutes *préoccupations stratégiques*.

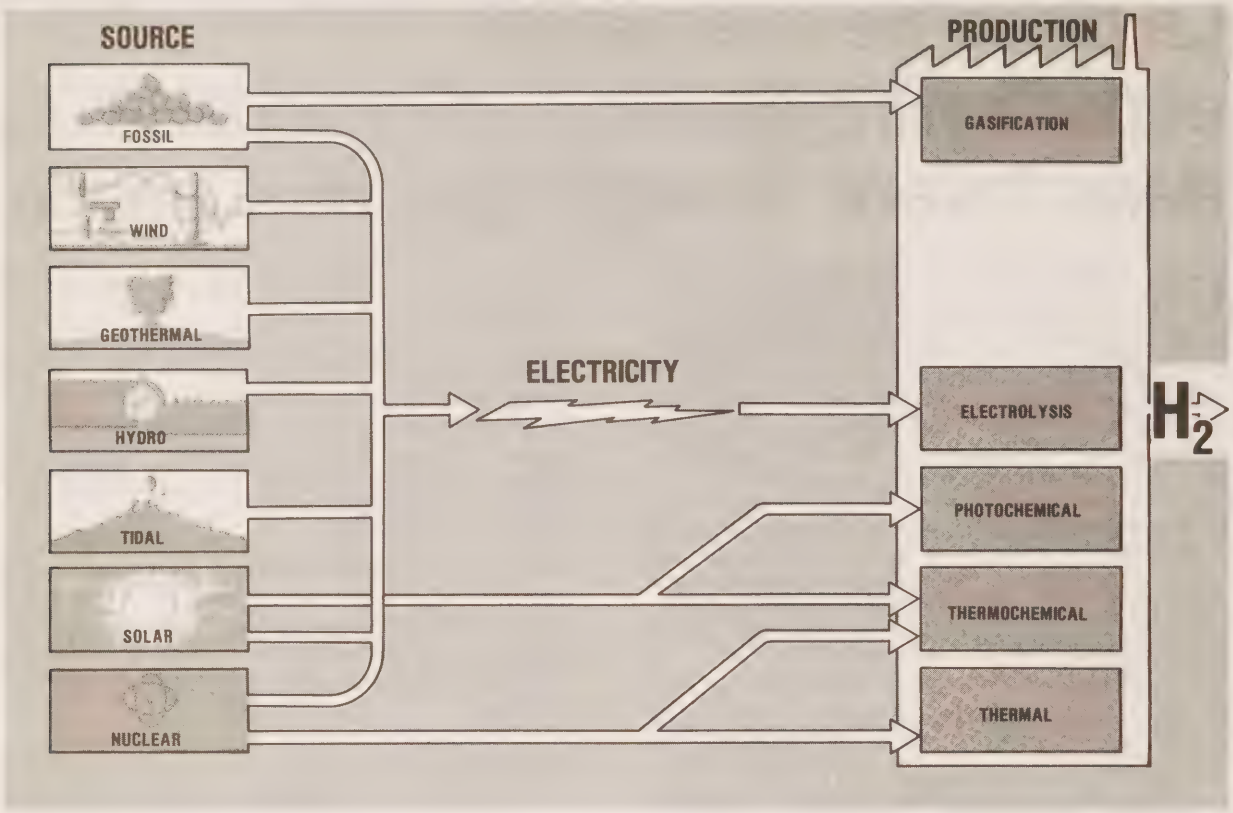
- Sixièmement, la flexibilité de ce système et la large gamme des sources potentielles d'énergie à travers tout le pays garantissent que le Canada pourra atteindre une *diversité régionale* en ce qui a trait à la gestion de l'approvisionnement et de la demande en énergie.

- Septièmement, il en résulterait d'excellents *avantages sociaux;* en effet, la filière énergétique fondée sur l'hydrogène et l'électricité polluerait moins que notre système actuel, un tel tableau énergétique créerait des emplois à l'échelle de tout le pays et engendrerait des retombées favorables au plan de la technologie et de l'économie, grâce aux exportations de nouvelles technologies canadiennes.

La Figure 4-6 illustre sous forme de diagramme la flexibilité d'une filière hydrogène-électricité en indiquant les diverses possibilités de la production et de l'emploi de l'hydrogène dans une société industrielle.

Durant de nombreuses années encore, le pétrole continuera de jouer un rôle important dans notre tableau énergétique, car l'infrastructure nécessaire à sa production, sa distribution et son utilisation se trouve déjà en place et parce que le pétrole constitue la source d'une large gamme de combustibles commodes. Si le Canada ne possède pas de très importantes réserves de pétrole brut léger, notre pays possède toutefois d'abondantes richesses en sable pétrolifères; aussi, une des méthodes nous permettant de continuer à répondre à nos inévitables besoins en produits pétroliers serait la conversion des bruts lourds en huiles légères par l'addition d'hydrogène. (L'addition d'hydrogène augmente le rapport hydrogène/carbone dans les huiles lourdes, ce qui les convertit en huiles légères.) L'hydrogène requis pour ce

Figure 4-6: HYDROGEN: AN ENERGY CURRENCY FOR THE FUTURE



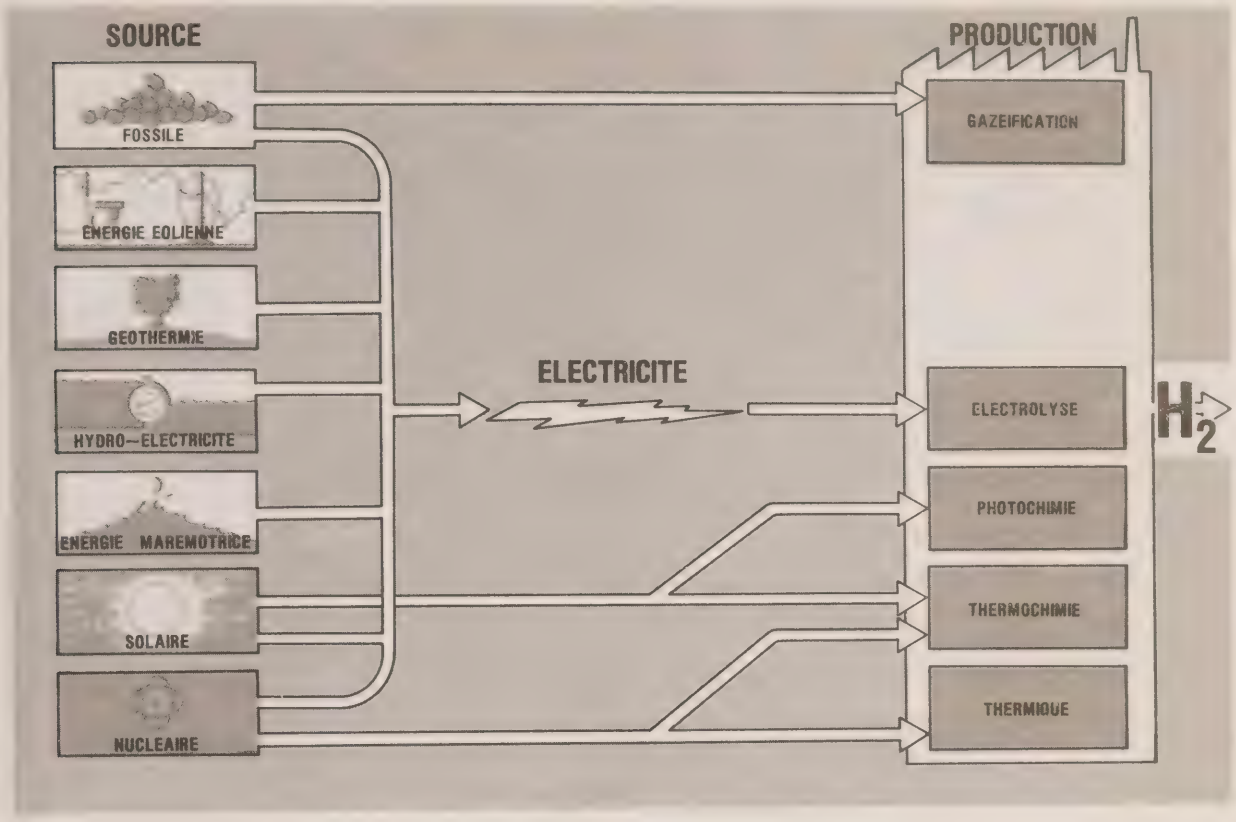
will produce little more than one unit of electricity for each three units of heat input. Locating one or more powerplants over oil sands deposits that can only be exploited with *in situ* recovery techniques would offer the following advantages: the rejected thermal energy from the powerplant could be utilized in heating the oil sand underground to allow heavy oil production, and the electric power could be employed to electrolyze water for hydrogenating the heavy oil produced. By connecting the powerplant/oil sands facility to the regional electric grid and to the gas distribution system, energy balances for the operation could be maintained with surplus electricity used elsewhere and surplus hydrogen blended with the regular gas supply.

Connecting the production of electrolytic hydrogen from remote hydro-electric sites or from on-site thermal-electric stations to Canada's fossil fuel resources accomplishes several goals: our supplies of oil are extended to allow time for the transition to newer energy sources to occur smoothly; in augmenting our domestic supply of light crude we improve our strategic position vis-à-vis oil imports; we conserve natural gas for direct use as an energy source; we acquire experience in generating, transporting and using hydrogen; and we develop a hydrogen infrastructure which will allow us to use this energy currency increasingly as we move off hydrocarbons. Nonetheless, the reader should bear in mind that this discussion does not address the liquid fuels problem of the 1980s; it is an approach for the medium term and longer. Elsewhere in the Report we examine Canada's difficulties in the coming decade.

Electrolytic hydrogen can also be coupled with the production of alcohol fuels from biomass as Canada shifts from an oil-based system — by "spiking" synthesis gas produced from biomass or peat with pure hydrogen it is possible to significantly increase the yield of methanol from a given amount of biomass (see the sections on Biomass and Hydrogen).

As shown in Figure 4-6, hydrogen produced from a number of non-fossil fuel sources can also be used to extend our reserves of natural gas. Up to 20% hydrogen can be added to natural gas without requiring any changes in pumping facilities and furnaces, boilers or appliances that now burn natural gas. The fact that the Federal Government intends to extend the natural gas distribution system through Quebec to the Maritime Provinces means that supplies of natural gas across the country could be augmented by hydrogen. Such a gas

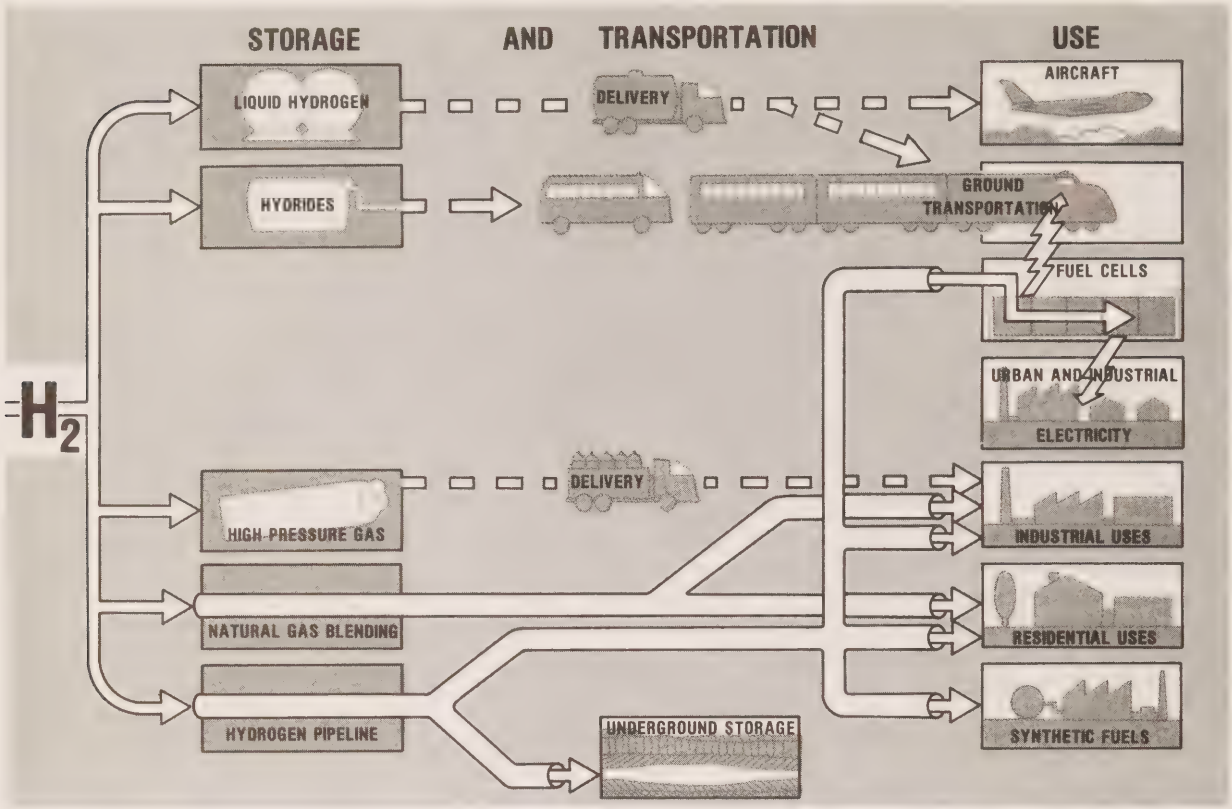
Figure 4-6: L'HYDROGÈNE: UNE DEVISE ÉNERGÉTIQUE DE L'AVENIR



processus s'obtient typiquement de nos jours en l'extrayant du principal constituant du gaz naturel, le méthane (CH_4). Il faut admettre toutefois que cette pratique aboutit à un gaspillage des ressources en hydrocarbures; aussi, nous croyons que l'hydrogène produit par l'électrolyse (décomposition de l'eau en hydrogène et oxygène en y faisant passer un courant électrique) devrait être utilisé à l'avenir pour améliorer les huiles lourdes. Il faut noter à cet égard que nous possédons au Canada de nombreux sites se prêtant à l'aménagement de centrales hydro-électriques à petite échelle et à grande échelle et que même les sites éloignés, que l'on considère maintenant comme peu économiques, pourraient être aménagés en vue de la production de l'électricité qui, à son tour, pourrait servir à produire de l'hydrogène.

Nous avons remarqué les besoins croissants en énergie des industries canadiennes qui nous approvisionnent en énergie; notre pays a besoin de plus en plus d'énergie pour continuer de s'approvisionner en énergie. Cette constatation nous conduit à penser que le Canada doit aborder le problème de l'approvisionnement de manière plus innovatrice. Par exemple, les services publics construiront au Canada davantage de centrales thermiques et électriques qui, soumises aux lois de la thermo-dynamique, continueront de ne produire guère plus d'une unité d'électricité pour trois unités de chaleur utilisées. En édifiant une ou plusieurs centrales énergétiques à proximité immédiate des gisements de sables bitumineux qui ne peuvent être exploités que grâce aux techniques de récupération sur place, nous profiterions des avantages suivants: l'énergie thermique rejetée par la centrale énergétique pourrait être utilisée pour chauffer les couches inférieures du gisement en vue de la production d'huiles lourdes tandis que l'énergie électrique pourrait être employée à l'électrolyse de l'eau en vue de l'hydrogénation de l'huile lourde produite. En connectant la centrale énergétique et l'usine d'exploitation des sables bitumineux au réseau électrique régional et au système de distribution de gaz, on pourrait maintenir les équilibres énergétiques pour l'exploitation de ce complexe en utilisant ailleurs l'excédent d'électricité et en mélangeant le surplus d'hydrogène à l'approvisionnement en gaz naturel régulier.

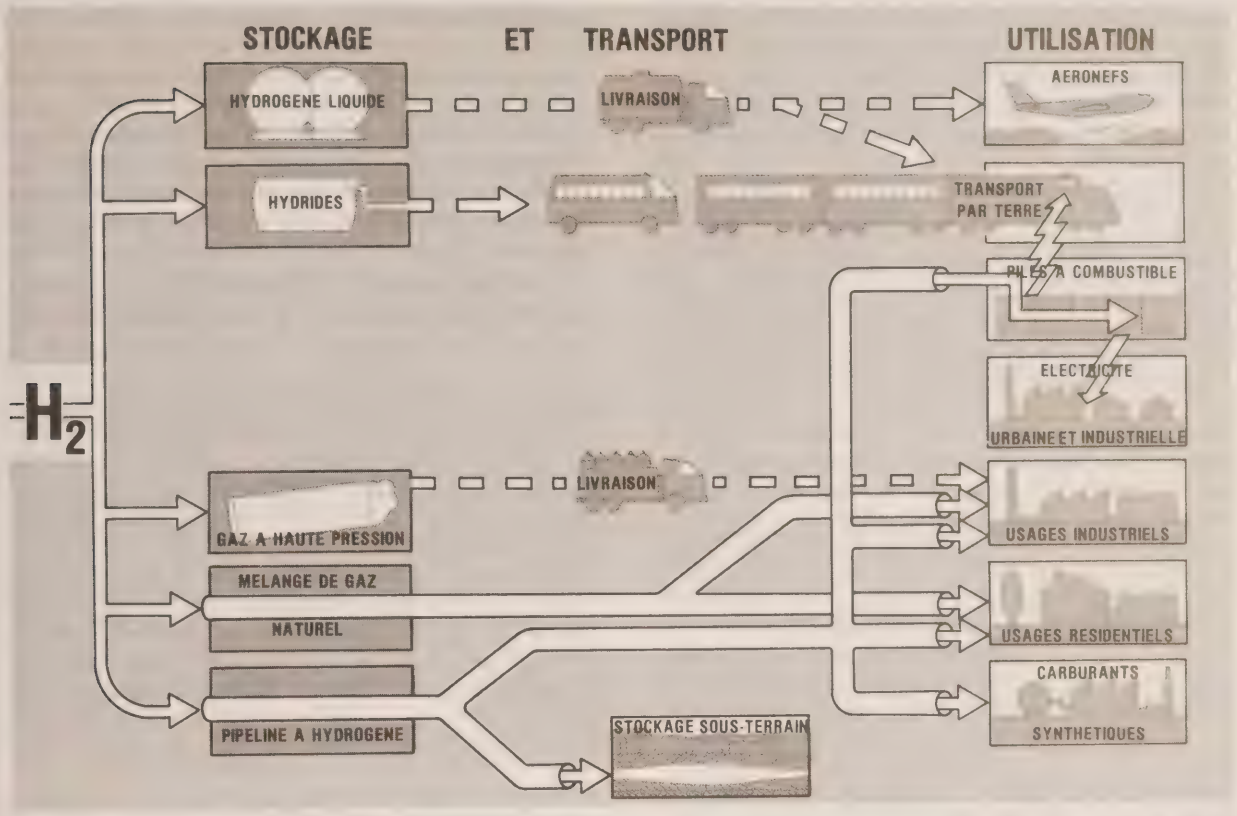
En associant la production de l'hydrogène par électrolyse à partir des centrales hydro-électriques éloignées ou des centrales thermiques édifiées sur les lieux mêmes aux ressources en combustibles fossiles du Canada, on



blending scheme would also contribute towards building up our hydrogen-producing capability to parallel a decline in the use of hydrocarbons. Eventually the equipment now carrying and burning natural gas could be converted to utilize pure hydrogen. For environmental reasons, we recommend that the switch to hydrogen occur as quickly as feasible as use of this energy currency would help alleviate the buildup of CO_2 in the atmosphere and help reduce acid rain. Hydrocarbons will be used for decades to come but in diminishing amounts as fuels so that supplies should be sufficient to meet petrochemical and other non-energy demands for the indefinite future.

Canada's hydraulic resources and solar, wind, tidal, geothermal and nuclear energy all fit into a hydrogen/electricity-based energy system. They do not all fit in in the same fashion though. Solar and geothermal energy, which in this country hold their greatest promise for providing space and process heat, will conserve electricity for such applications as hydrogen production. Conservation and good energy management will accomplish the same end. Wind turbines provide high-quality energy but will be limited to regional use in Canada, as will any exploitation of tidal energy. At least in the Province of Ontario, where nuclear energy already provides one-third of the electricity, a hydrogen system will include a large nuclear input. Other parts of the nation may find the development of more remote hydraulic sites to be the best way to proceed. The great advantage offered by an electricity-hydrogen system is that it can accommodate a range of supply options and regional approaches without the need to change the distribution and end-use infrastructure.

So far the only method of hydrogen production which has been discussed is electrolysis. The Committee feels that given the fact that our present and future alternative energy supply options can all be used to produce electricity, and hence hydrogen, electrolysis should and will eventually be the production method of choice in this country. It is also possible to split water and produce hydrogen by the direct application of heat, but only when nuclear fusion reactors with their characteristic high temperatures become available will society be able to achieve this reaction — this option is a very long-term one. Nuclear fission reactors and concentrated solar energy may provide temperatures in the range required for thermochemical hydrogen production, and photochemical reactions (chemical reactions induced by



atteindrait plusieurs objectifs: on prolongerait la durée d'utilisation des ressources pétrolières, et on disposerait ainsi d'un temps supplémentaire pour faire la transition harmonieuse à de nouvelles sources d'énergie; l'augmentation de notre approvisionnement national en brut léger améliorerait notre position stratégique en ce qui a trait aux importations de pétrole; nous conserverions le gaz naturel pour son utilisation directe comme source d'énergie; nous pourrions acquérir de l'expérience dans les domaines de la production, du transport et de l'utilisation de l'hydrogène; et, enfin, nous pourrions mettre sur pied une infrastructure pour l'hydrogène qui nous permettrait d'utiliser cette devise énergétique de plus en plus, à mesure que nous ferions moins appel aux hydrocarbures. Cependant, le lecteur ne doit pas perdre de vue que ce développement ne vise pas le problème des combustibles liquides tel qu'il se pose dans les années 1980; la méthode d'approche suivie s'applique au moyen terme et au long terme. D'autres passages du présent rapport viseront à étudier les difficultés qui se poseront au Canada au cours de la prochaine décennie.

L'hydrogène d'origine électrolytique peut également être associé à la production de combustibles à base d'alcool tirés de la biomasse et cela, à mesure que le Canada s'écartera d'un système basé sur le pétrole; en ajoutant de l'hydrogène pur au gaz de synthèse tiré de la biomasse ou de la tourbe, il est possible d'augmenter considérablement le pourcentage de méthanol obtenu à partir d'une certaine quantité de biomasse (voir les sections sur la biomasse et l'hydrogène).

Comme le montre la Figure 4-6, l'hydrogène produit à partir d'un certain nombre de sources de combustibles non fossiles peut servir également à élargir nos réserves de gaz naturel. On peut ajouter jusqu'à 20% d'hydrogène au gaz naturel sans qu'on ait à apporter des changements aux installations de pompage et aux fourneaux, chaudières ou appareils où se fait maintenant la combustion du gaz naturel. Les ressources en gaz naturel de l'ensemble du Canada pourraient être augmentées par l'addition d'hydrogène; c'est ce qui ressort de la décision du gouvernement fédéral de prolonger le réseau de distribution de gaz naturel jusqu'aux Provinces maritimes en passant par Québec. L'addition de l'hydrogène au gaz naturel contribuerait également à la mise en place de notre capacité de production d'hydrogène qui compenserait au déclin dans l'utilisation des hydrocarbures. Plus tard, l'équipement servant présen-

sunlight) may also offer some potential for hydrogen production. One method which is used in Canada today to produce hydrogen is the steam reformation or partial oxidation of crude oil. The latter method is not part of this Committee's view of our future hydrogen energy system, however, as it is not compatible with the goal of moving away from the use of hydrocarbons as future energy sources.

Hydrogen can be stored in several ways and is versatile in its end uses. It can be kept as a super-cold liquid or under high pressure as a gas. Both of these forms of hydrogen can then be transported by truck to their point of end use. When larger quantities are involved, it can also be stored in underground cavities. For portable applications where weight is not a problem, hydrogen can be stored in chemical combination as a metal hydride or liquid hydride. The details of these storage methods are presented in the Hydrogen section of this Report.

If hydrogen is to replace oil it must be applicable to the same sectors of our energy economy. In this respect hydrogen appears to be an excellent fuel option. As depicted in Figure 4-6, liquid hydrogen can be used as an aircraft fuel. This application will require some modification to current aircraft but the high energy-to-weight ratio of liquid hydrogen makes it an attractive option. Work is already underway to demonstrate this technology and it may become one of the early applications for hydrogen, along with the fossil fuel resource extension already noted. Liquid hydrogen is also adaptable to ship propulsion and holds promise for use in ground transportation.

As a metal hydride, hydrogen can be stored for use in buses and probably in trains as well. In fact, a number of hydrogen-powered buses are already operating in the United States and West Germany. Hydrogen gas stored in high-pressure containers is already used in industrial applications, but the real changes in energy use connected with an evolving hydrogen energy system will be in the gradual replacement of natural gas and natural gas-hydrogen blends by pure hydrogen, delivered by pipeline. Hydrogen can replace natural gas in many industrial applications as a boiler fuel, for hydrogenation processes, for the production of fertilizers and so on. In the home, hydrogen can be used to fuel appliances and for providing heat. This useful element can also be employed in the production of a number of synthetic fuels, as already noted, and methanol from biomass feedstock.

Another attribute which makes hydrogen an attractive fuel is the fact that it is clean-burning. The only product of the combustion of pure hydrogen in air is water vapour. In large cities where air pollution caused by petroleum-fueled ground transportation is a major problem, hydrogen offers a handy solution. Hydrogen in the form of a metal hydride or a liquid hydride such as methanol can be stored on a bus or a commuter train. When propulsion is required the hydrogen is evolved from the hydride and combined with air in a fuel cell to produce electricity which in turn runs an electric motor. (Conventional gasoline engines can also be adapted to burn hydrogen.) In cities, large fuel cells which will run on hydrogen and air can be installed to allow electrical generation near the point of consumption without the air pollution problems usually attendant with utilities generating electricity from fossil fuels (see section on Fuel Cells).

The speed with which an energy system based on hydrogen and electricity evolves will depend on a number of factors, not the least of which will be the political commitment to make it happen. Given the versatility of this energy source and the lack of environmental pollution engendered in its end use, the Committee strongly recommends that Canadian energy policy-makers adopt this energy system as their long-term objective and begin now to move Canada in that direction.

tement au transport et à la combustion du gaz naturel pourrait être converti de manière à utiliser de l'hydrogène pur. Pour des raisons tenant à l'environnement, nous recommandons que le passage à l'hydrogène se fasse aussi rapidement que possible car l'utilisation de cette devise énergétique permettrait de réduire l'accumulation de CO_2 dans l'atmosphère et les pluies acides. Les hydrocarbures continueront d'être utilisés pendant de nombreuses années encore mais de moins en moins en tant que combustibles, de telle manière que l'approvisionnement soit suffisant pour permettre de répondre pendant une période indéterminée aux besoins de l'industrie pétrochimique et à d'autres fins non énergétiques.

Les ressources hydrauliques du Canada, ainsi que l'énergie solaire, l'énergie éolienne, l'énergie des marées, l'énergie géothermique et l'énergie nucléaire ont toutes leur place dans le cadre d'une filière énergétique basée sur l'hydrogène/électricité. Cependant, le rôle respectif de chacune de ces formes d'énergie diffère sensiblement. Grâce à l'énergie solaire et à l'énergie géothermique qui se prêtent particulièrement bien dans ce pays à la production de chaleur nécessaire aux maisons et aux usines, nous pourrons conserver l'électricité pour des applications telles que la production d'hydrogène. La conservation et la saine gestion de l'énergie concourront aux mêmes fins. Les turbines éoliennes fournissent de l'énergie de très haute qualité mais leur utilisation restera limitée à certaines régions du Canada; et il en sera de même de toute exploitation de l'énergie des marées. Du moins en ce qui concerne la province de l'Ontario où l'énergie nucléaire assure déjà un tiers de la production de l'électricité, une filière fondée sur l'hydrogène comprendra un large secteur basé sur l'énergie nucléaire. Dans d'autres parties du pays, il peut s'avérer spécialement intéressant d'aménager des sites hydroélectriques situés dans des régions très éloignées. Le grand avantage d'une filière fondée sur l'électricité et l'hydrogène réside dans le fait qu'elle peut, sans qu'on ait à changer l'infrastructure de la distribution et de la consommation finale, se plier à des exigences très diverses en matière d'approvisionnement et aux différentes solutions choisies par les provinces.

Nous n'avons étudié jusqu'à présent qu'une seule méthode de production de l'hydrogène: l'électrolyse. Selon le Comité, l'électrolyse devrait être et sera plus tard la méthode de production choisie par le Canada, car les solutions présentes et futures en matière d'énergie de remplacement peuvent toutes être utilisées pour la production d'électricité et par conséquent d'hydrogène. Il est aussi possible de décomposer l'eau et de produire de l'hydrogène par l'application directe de la chaleur; mais ce sera seulement lorsque nous disposerons des réacteurs de fusion nucléaire, avec les hautes températures qui les caractérisent, que nous serons en mesure de réaliser cette réaction; il s'agit donc d'une option à très long terme. Les réacteurs à fusion nucléaire et l'énergie solaire concentrée peuvent permettre d'atteindre des températures se situant au niveau requis pour la production thermochimique de l'hydrogène; d'autre part, les réactions photochimiques (réactions chimiques induites par la lumière du soleil) peuvent offrir également quelques possibilités de production d'hydrogène. On utilise présentement au Canada une méthode de production de l'hydrogène basée sur le réformage à la vapeur ou l'oxydation partielle du pétrole brut. Cependant, cette dernière méthode ne cadre pas avec la conception que se fait le Comité de notre future filière énergétique basée sur l'hydrogène car elle n'est pas compatible avec notre objectif qui consiste à remplacer les hydrocarbures en tant que sources futures d'énergie.

L'hydrogène peut être entreposé de plusieurs façons et il se prête à des usages très divers. On peut conserver l'hydrogène à l'état liquide à très basse température ou sous forme de gaz sous haute pression. Sous l'une et l'autre de ces formes, on peut transporter l'hydrogène par camion jusqu'au centre de consommation. S'il s'agit de quantités plus importantes, on peut également conserver l'hydrogène dans des cavités souterraines. Pour des applications exigeant une certaine mobilité, lorsque le poids ne constitue pas un problème, l'hydrogène peut être conservé en tant que composé chimique sous forme d'un hydrure métallique ou liquide. La section de ce rapport qui traite de l'hydrogène présente les détails des méthodes d'entreposage de l'hydrogène.

Si l'hydrogène doit remplacer le pétrole, il doit pouvoir être utilisé dans tous les secteurs de notre économie énergétique actuelle. A cet égard, l'hydrogène nous semble être un excellent carburant. Comme le montre la Figure 4-6, l'hydrogène liquide peut être utilisé comme carburant dans les aéronefs. Cette application exigera quelques modifications pour les aéronefs actuels mais le rapport élevé énergie/poids que possède l'hydrogène liquide en fait une solution attrayante. Des travaux sont déjà en cours pour faire la démonstration de cette technologie et l'hydrogène peut trouver dans ce domaine une de ses premières applications en plus de son rôle en tant que facteur permettant de prolonger la durée d'utilisation de nos ressources en combustibles fossiles, comme nous l'avons déjà fait remarquer. On peut également adapter l'hydrogène pour la propulsion des navires et son emploi dans les transports de surface semble prometteur.

Sous forme d'hydrure métallique, l'hydrogène peut être conservé en vue d'être utilisé dans les autobus et probablement dans les trains également. En fait, il existe déjà aux États-Unis et en Allemagne de l'Ouest un certain nombre d'autobus fonctionnant à l'hydrogène.

L'hydrogène gazeux conservé dans des contenants à haute pression sert déjà à des applications industrielles, mais les changements véritables dans l'utilisation énergétique liés à l'apparition d'une filière énergétique fondée sur l'hydrogène se traduiront par le remplacement graduel du gaz naturel et des mélanges gaz naturel et hydrogène par de l'hydrogène pur acheminé par pipe-lines. L'hydrogène peut remplacer le gaz naturel dans plusieurs de ces applications industrielles, notamment comme combustible pour la chaudière, pour les processus d'hydrogénation, pour la production d'engrais, etc. Dans les résidences, l'hydrogène peut servir au fonctionnement des appareils électroménagers et au chauffage. On peut s'en servir également pour la production d'un certain nombre de combustibles synthétiques, comme nous l'avons déjà fait remarquer, ainsi que pour la production du méthanol à partir de la biomasse.

L'hydrogène brûle sans donner de résidus; cette caractéristique en fait un combustible fort attayant. Le seul sous-produit de la combustion de l'hydrogène pur dans l'air est la vapeur d'eau. Pour les grandes villes où la pollution de l'air provoquée par les moyens de transport en surface alimentés au pétrole constitue un problème majeur, l'hydrogène offre une solution satisfaisante. Sous la forme d'hydrure métallique ou liquide comme le méthanol, l'hydrogène peut être conservé dans des réservoirs installés sur des autobus ou des trains de banlieue. Lorsque la force de propulsion est requise, l'hydrogène est tiré de l'hydrure et combiné avec l'air dans une pile à combustible en vue de produire l'électricité qui fait fonctionner un moteur électrique. (On peut adapter les moteurs traditionnels à essence pour qu'il puissent brûler l'hydrogène.) Dans les villes, de grandes piles à combustible qui fonctionneront à l'hydrogène et à l'air pourront être installées en vue de la production d'électricité à proximité des centres de consommation, sans qu'il en résulte les problèmes de pollution de l'air attachés généralement aux services publics qui produisent l'électricité à partir des combustibles fossiles (voir la section sur les piles à combustible).

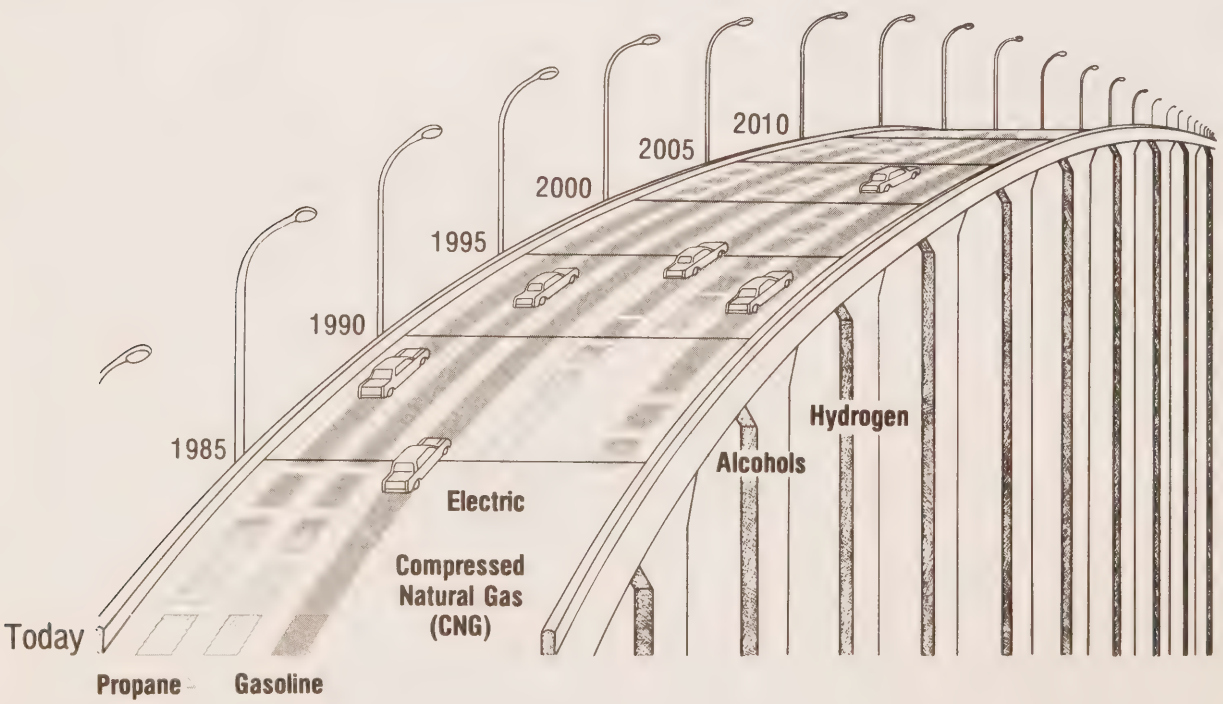
La rapidité avec laquelle une filière énergétique basée sur l'hydrogène et l'électricité se développera dépendra d'un certain nombre de facteurs dont le moins important n'est certainement pas les engagements politiques nécessaires à son avènement. En raison des multiples possibilités qu'offre cette source d'énergie et de l'absence de toute pollution de l'environnement qui pourrait résulter de son utilisation finale, le Comité recommande fortement que les responsables de la politique énergétique canadienne fassent de cette formule énergétique leur objectif à long terme et commencent tout de suite la mise en œuvre de mesures devant engager le Canada dans cette direction.

Future Transportation Fuels

We have considered what a hydrogen-electric energy system would look like in a very general way. But what about the specific case of the transportation sector? Transportation accounts for about 50 per cent of the petroleum we use and it has been stated on numerous occasions that the energy problem in Canada derives in large part from our need for portable transportation fuels. This question and specific options are dealt with in some detail in the Biomass, Hydrogen and Non-conventional Propulsion sections but, in summary, the Committee sees a variety of transport fuels coming on over the next two decades to carry us to the time when hydrogen and electricity will dominate.

Gasoline-powered internal combustion engines will continue to power a substantial but diminishing proportion of vehicles up to the year 2000 and beyond (Figure 4-7). They will be smaller and more fuel-efficient but their numbers will have to decline if we are to achieve the goal of getting off oil as an energy source. Some vehicles running on propane and compressed natural gas (CNG) are on the road today and we see their numbers increasing substantially. Most use of these alternative fuels will probably be made in fleets as there are problems in fuel distribution and with the driving range in such vehicles. Propane use may dwindle towards the year 2000 as supplies of this fuel are limited and we therefore see its application in a transitional strategy only. CNG vehicles could be used well past the year 2000 if the decision to do so is made by virtue of the fact Canada is rich in natural gas supplies. However, we do not advocate the very long-term use of this hydrocarbon in the transportation sector.

Figure 4-7: PROPELLING OURSELVES INTO THE FUTURE

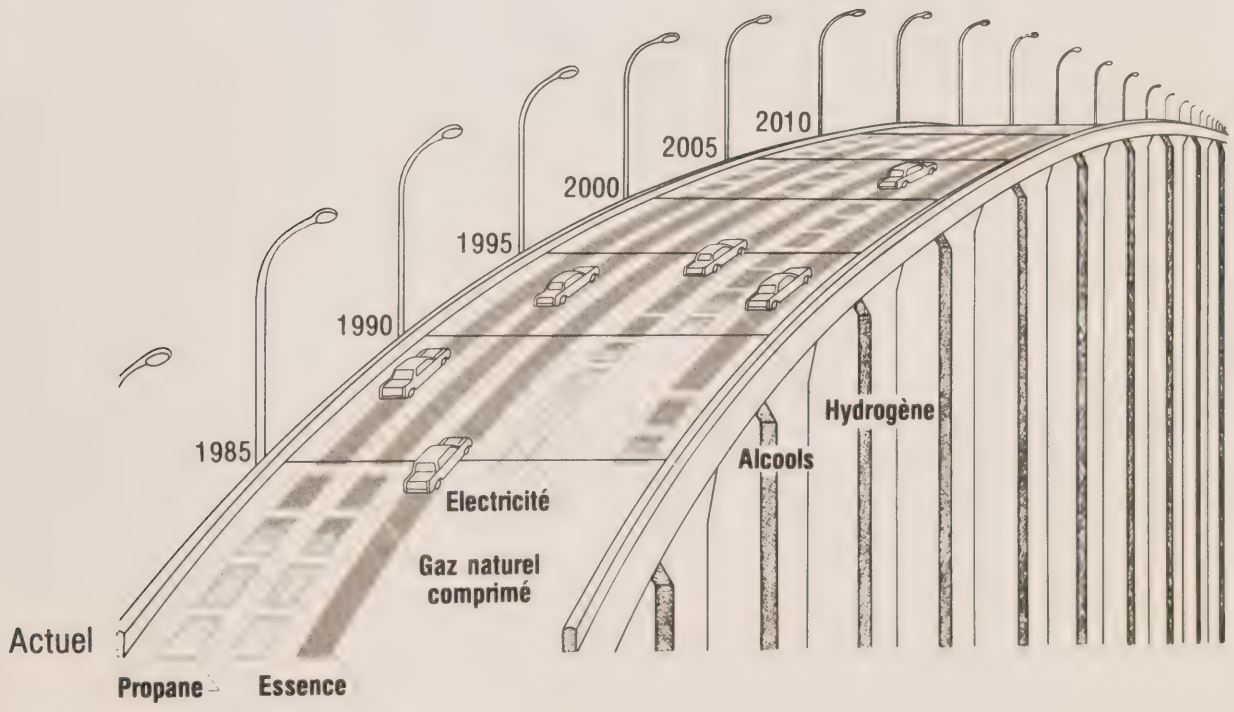


Combustibles pour les transports de l'avenir

Nous venons d'esquisser les grandes lignes de ce que pourrait être une filière énergétique basée sur l'hydrogène et l'électricité. Qu'en est-il du cas particulier du secteur des transports? Les transports consomment environ 50 pour cent du pétrole que nous utilisons et nous avons dit en diverses occasions que le problème énergétique du Canada résulte en grande partie de nos besoins en ce qui a trait aux carburants facilement transportables destinés aux moyens de transport. Cette question et les options spécifiques qui s'y rattachent sont traitées de manière assez détaillée dans les sections consacrées à la biomasse, l'hydrogène et la propulsion non traditionnelle; mais, nous pouvons dire en résumé que le Comité s'attend à ce qu'apparaissent, au cours des deux prochaines décennies, toute une variété de combustibles destinés aux moyens de transport qui prépareront la voie à l'avènement de l'hydrogène et de l'électricité comme source dominante d'énergie.

Les moteurs à combustion interne alimentés à l'essence continueront d'équiper une proportion importante mais décroissante des véhicules jusqu'à l'an 2,000 voire même au-delà (Figure 4-7). Ces véhicules seront plus petits et plus efficients mais leur nombre devra diminuer si nous sommes appelés réellement à nous passer du pétrole comme source d'énergie. Certains véhicules alimentés au propane et au gaz naturel comprimé (GNC) sont déjà sur les routes et leur nombre augmente de manière considérable. Cependant, la plupart de ces carburants de remplacement seront probablement utili-

Figure 4-7: EN ROUTE VERS L'AVENIR



Competitive electric cars may become available as early as 1985 but we do not see electric vehicles contributing significantly to Canadian transportation before 1990 to 1995. After this time electric vehicles should become increasingly common as we enter the electric-hydrogen age. We would also urge that careful consideration be given to electrifying elements of Canada's rail transport system.

Hydrogen-powered vehicles may take somewhat longer to come on-stream as a great deal of work must still be done to make hydrogen vehicles a competitive alternative. We do, however, see them having some slight impact as early as 1990 (perhaps in the form of modified internal combustion engines burning hydrogen) with broad penetration, possibly in the form of fuel-cell-powered cars, occurring only around the turn of the century.

Fuel alcohols (ethanol used primarily in gasoline blends and methanol primarily used straight) may have a significant impact on the transportation sector. Methanol cars and the fuel they require could be made available as early as 1985 and if a major commitment is made to go with methanol, this alcohol could become a very important player in the transition to the hydrogen and electric future we have described.

Since methanol can be derived from renewable energy sources such as biomass and since methanol is essentially a liquid hydride (hydrogen carrier), it could continue to play an important role in road transport for the indefinite future. (It is also interesting to note that methanol can be synthesized from CO_2 and hydrogen. Thus this currency fits in well to a hydrogen economy and provides a means of converting waste CO_2 into a utilizable energy commodity. This process would not, however, reduce the concentration of carbon dioxide in the atmosphere.)

sés dans le cadre des flottes de véhicules en raison des problèmes que posent la distribution de ces carburants et le rayon d'action de ces véhicules. L'utilisation du propane peut cesser autour de l'an 2,000, car l'approvisionnement de ce combustible est limité et, selon nous, son application ne sera donc possible que dans le cadre d'une stratégie de transition. Par contre, les véhicules fonctionnant au GNC pourraient toujours être utilisés bien au-delà de l'an 2,000, si l'on se décide à poursuivre cet objectif en se fondant sur le fait que le Canada est riche en gaz naturel. Toutefois, nous ne préconisons pas l'utilisation à très long terme de cet hydrocarbure dans le secteur des transports.

Des véhicules électriques compétitifs pourront être disponibles dès 1985; mais, selon nous, ces véhicules ne devraient pas contribuer de manière appréciable au secteur des transports du Canada avant 1990 ou 1995. Au-delà, les véhicules électriques devraient devenir de plus en plus communs à mesure où nous entrons dans l'ère de l'électricité et de l'hydrogène. Nous encourageons par ailleurs fortement d'étudier la possibilité d'électrifier certaines parties du réseau ferroviaire du Canada.

Les véhicules fonctionnant à l'hydrogène apparaîtront peut-être plus tard car il reste encore beaucoup de travail à faire pour que de tels véhicules constituent des solutions de remplacement concurrentielles. Malgré tout, nous sommes convaincus qu'ils auront leurs premières répercussions dès 1990 (il s'agira peut-être de moteurs à combustion interne modifiés utilisant de l'hydrogène); ce ne sera que vers la fin de ce siècle que ces véhicules s'imposeront véritablement, probablement sous la forme de voitures dotées de piles à combustible.

Les combustibles à base d'alcool (l'éthanol utilisé principalement dans des mélanges d'essence et le méthanol utilisé principalement à l'état pur) peuvent avoir des répercussions sensibles sur le secteur des transports. Les voitures fonctionnant au méthanol et le combustible qu'elles requièrent pourraient être disponibles dès 1985 et, si l'on est vraiment décidé à généraliser l'utilisation du méthanol, cet alcool pourrait jouer un rôle très important dans la période de transition vers l'ère fondée sur l'hydrogène et l'électricité que nous avons décrite.

Puisque le méthanol peut être obtenu à partir de sources renouvelables d'énergie telles que la biomasse et qu'il est essentiellement un hydrure liquide (porteur d'hydrogène), cet alcool pourrait continuer de jouer un rôle important dans les transports routiers et cela au-delà de l'avenir prévisible. (Il est également intéressant de remarquer que l'on peut opérer la synthèse du méthanol à partir du CO_2 et de l'hydrogène. Aussi, cette devise a sa place dans une économie fondée sur l'hydrogène et elle constitue un moyen permettant la conversion du CO_2 de rejet en énergie commerciale utilisable. Cependant, ce processus ne devrait pas réduire la concentration de gaz carbonique dans l'atmosphère.)

Building a Hydrogen and Electric Economy

Taken together, the recommendations contained in this Report constitute a fundamental reshaping of Canada's energy system. Although our proposals span much of the field of alternative energy, there are four areas in which we believe primary emphasis should be laid.

First, an intensified effort in energy conservation is required without delay, especially as this is the fastest and least expensive approach to minimizing Canada's petroleum shortfall in the 1980s. Second, solar energy is a large and promising resource and we are recommending expanded activity in most aspects of solar research, development, demonstration and commercialization. In the next century, solar energy will be an important element in Canada's energy mix, particularly in the provision of lower-quality heat. Third, methanol should become a major player in Canada's energy future because of its attractiveness in the transportation sector. It can extend, and preferably substitute for, gasoline—a desirable goal in itself—while at the same time opening up the use of Canada's biomass resources. Fourth, we see hydrogen and electricity in tandem (the two being interconvertible via electrolysis and fuel cells) becoming the dominant energy currencies in this country in the long term.

If our recommendations are to be acted upon, we consider it essential that some vehicle be created to coordinate and promote the various activities to be undertaken. We have decided that the first three areas of emphasis named above should become the responsibility of a new Ministry of State.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that a Ministry of State for Alternative Energy and Conservation be created under the Ministry of Energy, Mines and Resources. We further recommend that this new Ministry be divided into four sections responsible for Conservation, Solar Energy, Methanol, and Other Alternatives.

The fourth area of concentration, dealing with hydrogen, we believe should be coordinated by a new lead agency entitled Hydrogen Canada, as described in the Hydrogen section of the chapter on Alternative Energy Sources, Currencies and Technologies. This agency should have prime responsibility for fostering the development of a hydrogen-based energy system in this country and should report directly to the proposed Minister of State, as is recommended in the Hydrogen section of our Report.

The Committee also believes that the proposed Ministry should oversee most aspects of renewable energy and conservation developments in Canada. This includes the efforts to commercialize new energy forms and technologies.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that the new alternative energy corporation, Canertech, report to the proposed Minister of State for Alternative Energy and Conservation at the time that it becomes an independent Crown corporation.

By gathering together much of the responsibility for promoting alternative energy and conservation into one Ministry, the Committee expects that more consistent and effective development of these elements of Canada's energy system will result. We consider this restructuring necessary because of the inconsistent and inadequate manner in which alternative energy RD&D has been supported in the past and because insufficient emphasis has been placed upon commercializing the results of Canadian energy research.

Ouvrir la voie à une économie fondée sur l'hydrogène et l'électricité

Appliquées, les recommandations de ce rapport débouchent sur une restructuration fondamentale du système énergétique du Canada. Bien que nos propositions couvrent la quasi-totalité du domaine des énergies de remplacement, nous estimons que l'accent devrait être mis sur quatre secteurs en particulier.

Tout d'abord, il est nécessaire d'intensifier sans retard notre effort du point de vue de la conservation de l'énergie, surtout compte tenu du fait qu'il s'agit là de la manière la plus rapide et la moins coûteuse de minimiser le déficit pétrolier du Canada dans les années 1980. L'énergie solaire ensuite est une ressource importante et prometteuse et nous recommandons de redoubler d'activité dans la plupart des aspects de la recherche, du développement, de la démonstration et de la commercialisation en rapport avec cette filière énergétique. Au siècle prochain, l'énergie solaire sera un élément important des diverses ressources énergétiques du Canada, surtout en chauffage à faible température. Par ailleurs, le méthanol devrait devenir un des principaux atouts de l'avenir énergétique du Canada à cause de l'attrait qu'il présente pour le secteur des transports. On peut l'incorporer à l'essence, et de préférence l'y substituer—ce qui constitue un but souhaitable en lui-même—alors qu'il ouvre en même temps la porte de l'exploitation de la biomasse du Canada. Enfin, nous voyons l'hydrogène et l'électricité devenir de pair (puisqu'on peut passer de l'un à l'autre et inversement grâce à l'électrolyse et aux piles à combustible) les devises énergétiques essentielles et dominantes de ce pays à long terme.

Si nos recommandations doivent être traduites dans la réalité, nous estimons fondamental de créer un véhicule permettant de coordonner et de promouvoir les diverses activités à entreprendre. Nous avons donc conclu que les trois premiers de ces quatre secteurs justifiant une attention particulière devraient devenir la responsabilité d'un nouveau Ministre d'État.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande qu'un ministère d'État pour l'énergie de remplacement et la conservation soit créé dans le cadre du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources. Nous recommandons de plus que ce ministère soit divisé en quatre sections responsables chacune de la conservation, de l'énergie solaire, du méthanol et enfin des autres énergies de remplacement.

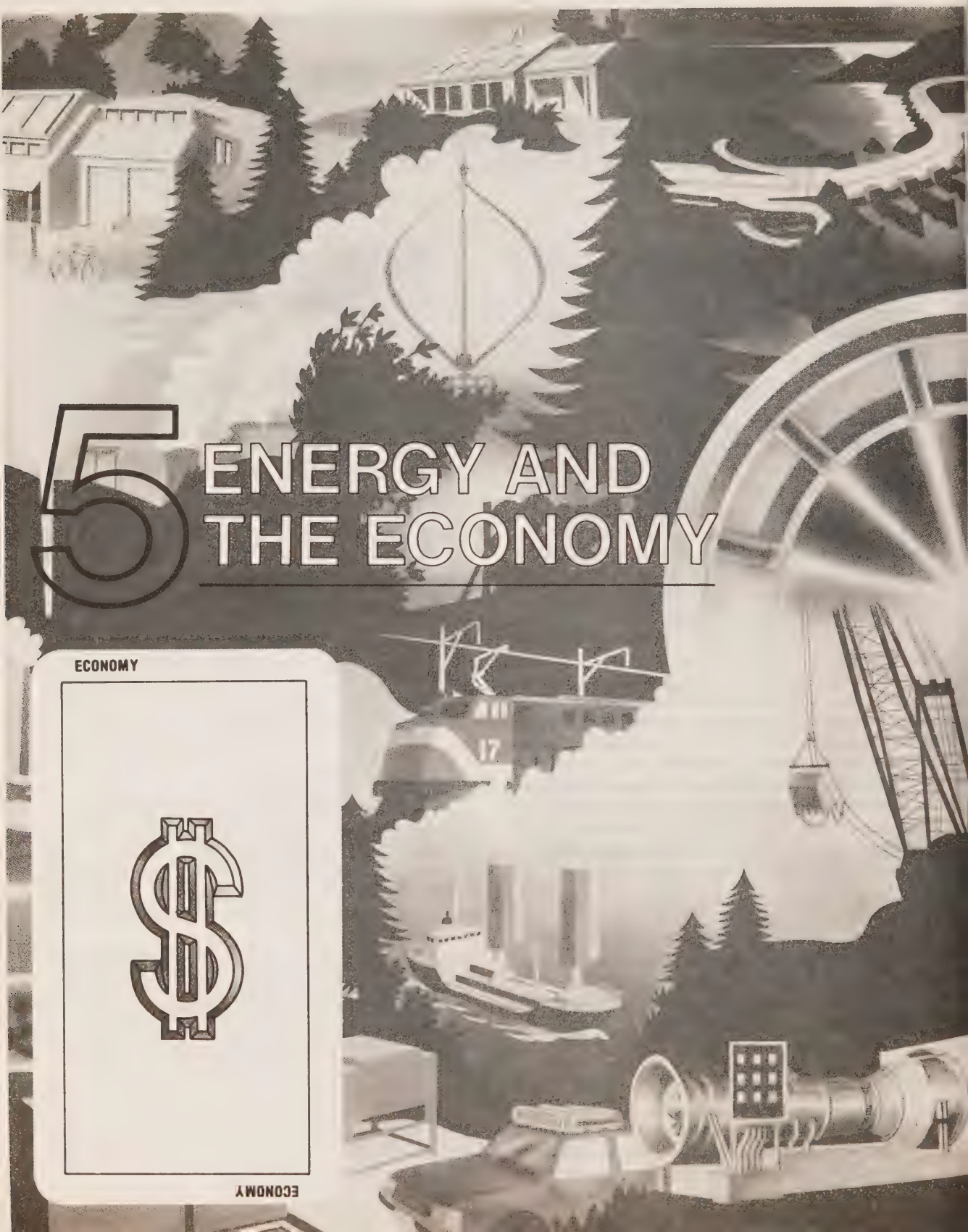
Nous croyons que le quatrième secteur de concentration, l'hydrogène, devrait être coordonné par un nouvel organisme dirigeant appelé Hydrogène Canada tel que décrit dans la partie du chapitre «Sources, devises et technologies de l'énergie de remplacement» qui porte sur l'hydrogène. Cet organisme devrait assurer l'essentiel de la responsabilité de la stimulation et de la mise sur pied dans ce pays d'une infrastructure fondée sur l'hydrogène et faire rapport directement au Ministre d'État proposé, tel que recommandé dans la partie de ce rapport portant sur l'hydrogène.

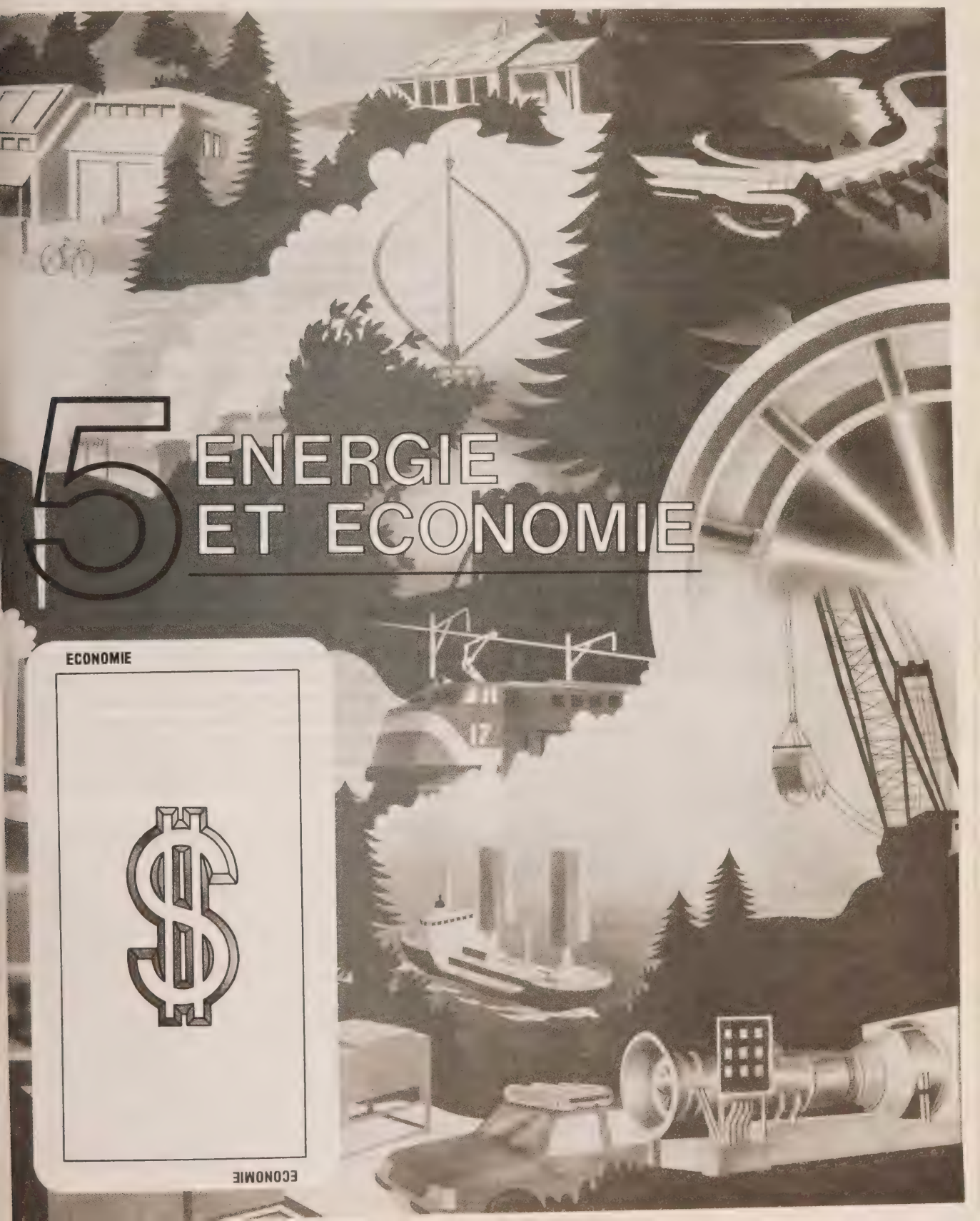
Le Comité pense également que le ministère proposé devrait superviser de façon générale la majorité des progrès réalisés au Canada en matière d'énergie renouvelable et de conservation. Cette tâche devrait inclure les efforts de commercialisation des nouvelles technologies et formes d'énergie.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande que Canertech, la nouvelle société responsable de l'énergie de remplacement, relève du ministère d'État pour l'énergie de remplacement et la conservation dont la création est proposée lorsqu'elle deviendra une Société de la Couronne indépendante.

En rassemblant une grande partie des responsabilités de la promotion des énergies de remplacement et de la conservation dans un seul ministère, le Comité pense favoriser un progrès plus uniforme et efficace de ces éléments du système énergétique du Canada. Nous estimons nécessaire cette restructuration à cause de la manière incohérente et inadéquate dont la RD&D a été aidée pour les énergies de remplacement dans le passé et parce que l'accent n'avait pas suffisamment été mis sur la commercialisation des résultats des recherches canadiennes en matière d'énergie.


5
ENERGY AND
THE ECONOMY
ECONOMY
$
ECONOMY


5
ENERGIE
ET ECONOMIE
ECONOMIE
ECONOMIE

Introduction

Economic considerations underlie nearly all major decisions made by governments and individuals — economics to a very large extent determines how we assess communal and personal priorities. A definitive study of the relationship between all energy sources and the economy requires an analysis well beyond the scope of our mandate, but we would like to declare at the outset that a clearer understanding of this matter is essential in this country. We found the state of economic analysis in the alternative energy field in particular to be lacking in many respects, with existing work often being inconclusive and contradictory. More study is clearly necessary.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that the Department of Energy, Mines and Resources initiate a comprehensive study of energy and the economy to clarify this important relationship in the Canadian context and to provide guidance in formulating energy policy and more general economic policy.

Having said this, the Committee did receive input on the effects which the introduction of alternative energy may have on Canada's economy. This input, and other information which was available, contributed to the development of the ideas presented here. This chapter deals with the complicated issue of energy supply and demand in an economic context and brings together a range of ideas which we have not seen collectively discussed elsewhere.

With Canada's plentiful natural resources, highly educated and skilled labour force and extensive capital base, one might conclude that Canadians should never have to worry about shortages of anything. At any given time though, only certain combinations of goods and services can be produced with available resources and existing technologies.

What lies at the root of all economic purchasing and production decisions is price — the allocative mechanism in our economy. For this reason, energy pricing is the central issue in energy supply and demand. Although from the perspective of the economy as a whole the production and supply of alternatives to fossil fuels may make sense (that is, the *social* costs of the alternatives may be lower than the social costs of fossil fuels), these alternatives will only find acceptance in the marketplace if the price at which they are available is competitive with fossil fuel prices. This problem transcends the peculiar characteristics of each new energy form and emphasizes instead the total role of energy in the economy.

Today, most alternatives to conventional energy sources are still being developed. Their economic viability remains to be demonstrated: proponents produce favourable cost estimates for various alternatives and skeptics emphasize their inadequacies. Indeed, as alternatives have yet to carve a significant niche in the marketplace, one may conclude that they are demonstrably not competitive. But this conclusion would be too simplistic. For one thing, conventional energy in Canada is priced below world levels, making many of the alternatives discussed in this Report less competitive. However, Canada's energy situation is constantly changing: prices have risen over the past decade and what is noncompetitive at today's prices may well be competitive at tomorrow's prices. And, with the right incentives and successful research, technological breakthroughs may render certain options much more attractive than they appear today.

The problem is that prior to commercialization it is hard to tell the sure bets from the dead losses. Given the complexity and fluidity of the economy, feasibility studies will not always give the right answers. To illustrate, an analysis may conclude that producing methanol from hybrid poplar plantations on marginal farmland is economically feasible at today's prices. The activity of producing the feedstock may, however, force up the value of the land and consequently the cost of producing methanol. Furthermore, if the cash value of energy crops were perceived to be greater than that of conventional agricultural crops, farmers might convert prime land to energy production, leading to increased food prices and indirectly making methanol appear less attractive. Put another way, economic factors change and most would agree that hindsight leaves something to be desired as an approach to economic planning.

Introduction

Les grandes décisions prises tant par les gouvernements que par les particuliers sont pratiquement toujours fondées sur des considérations d'ordre économique—l'économie régit dans une très large mesure la façon dont nous déterminons nos priorités individuelles et collectives. Une étude péremptoire de l'interaction entre les sources d'énergie et l'économie aurait été une entreprise complexe débordant largement notre mandat. Nous aimerions toutefois préciser d'emblée que le Canada ne saurait plus longtemps méconnaître ce problème. L'analyse économique du domaine des énergies de remplacement, en particulier, souffre de nombreuses lacunes; souvent en effet les études existantes ne sont pas concluantes tout en étant contradictoires. Il est clair qu'il faut étudier ce domaine plus avant.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande que le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources procède à une étude en profondeur des rapports réciproques entre l'énergie et l'économie dans le but de les bien préciser dans le contexte particulier au Canada, cette étude devant pouvoir servir de guide lors de la formulation de politiques énergétiques et de politiques économiques plus générales.

Ceci dit, nous aimerions toutefois faire remarquer que nous avons reçu des commentaires sur les incidences que l'introduction éventuelle d'énergies de remplacement aurait sur l'économie de notre pays. Ce chapitre aborde la question complexe de l'offre et de la demande énergétiques dans un contexte économique et synthétise diverses idées que nous n'avons nulle part ailleurs vu discuter de façon collective.

Quand on considère les abondantes ressources naturelles du Canada, la main-d'œuvre hautement qualifiée et les capitaux dont il dispose, on pourrait penser que les Canadiens ne devraient jamais avoir à craindre de pénurie quelle qu'elle soit. Toutefois, à un moment donné, seules certaines combinaisons de biens et de services peuvent être produits à partir des ressources disponibles et des technologies existantes.

A la base des décisions d'achat et de production économiques se trouvent les considérations de prix—le mécanisme de répartition dans notre économie. C'est pourquoi le prix de l'énergie est le facteur crucial dans l'offre et la demande d'énergie. Si, du point de vue de l'ensemble de l'économie, la production et l'approvisionnement de combustibles destinés à remplacer les combustibles fossiles constituent une solution logique (c'est-à-dire que les coûts *sociaux* des combustibles de remplacement peuvent être inférieurs à ceux des combustibles fossiles), ces combustibles de remplacement ne seront acceptés sur le marché que si leur prix concurrence celui des combustibles fossiles. Ce problème transcende les caractéristiques propres de chaque nouvelle forme d'énergie et met plutôt l'accent sur le rôle global de l'énergie dans l'économie.

Aujourd'hui, la plupart des sources d'énergie de remplacement en sont encore au stade du développement. Leur viabilité économique n'a pas encore été démontrée et leurs partisans, qui avancent des estimations de coûts favorables, s'opposent aux sceptiques qui mettent l'accent sur les défauts et inconvénients de ces nouvelles sources. En fait, comme les nouvelles sources d'énergie ne se sont pas encore taillées une part importante du marché, on pourrait conclure qu'elles sont manifestement non concurrentielles mais c'est là une conclusion peut-être trop simpliste. Pour commencer, le prix actuel de l'énergie classique du Canada ne reflète pas les prix mondiaux, ce qui rend moins concurrentielles nombre des formes d'énergie de remplacement étudiées dans ce rapport. Toutefois, la situation énergétique du Canada évolue constamment: les prix ont augmenté au cours des dix dernières années et ce qui n'est pas concurrentiel aux prix d'aujourd'hui pourrait fort bien l'être à ceux de demain. Au bout du compte, il ne faut pas non plus oublier qu'avec des stimulants adaptés et quelques succès au niveau de la recherche, des percées technologiques pourraient fort bien rendre certaines solutions beaucoup plus séduisantes qu'elles ne le semblent aujourd'hui.

Le principal problème, avant la commercialisation, est de distinguer entre les gagnants et les perdants. Étant donné la complexité et la fluidité de l'économie, les études de faisabilité ne donneront pas toujours la

In order to appreciate the role that alternatives and conservation will play in Canada's energy future, it is important to understand the general function of energy in the economy. Therefore this chapter is devoted to a discussion of how energy fits into the economy and how it influences growth, the balance of international payments and employment. The last section provides the philosophical underpinnings for economically wise alternative energy incentives.

bonne réponse. A titre d'exemple, une analyse peut conclure que la production du méthanol à partir de plantations de peupliers hybrides sur des terres agricoles marginales est économiquement faisable aux prix d'aujourd'hui. Toutefois, la production de cet approvisionnement peut faire grimper la valeur du terrain et, par là même, le coût de production du méthanol. De plus, si la valeur marchande des récoltes énergétiques paraît supérieure à celle des récoltes agricoles classiques, les agriculteurs peuvent fort bien convertir à la production d'énergie des terres agricoles de choix, ce qui ne peut que mener à une hausse des prix des produits alimentaires, et, quoique indirectement, rendre le méthanol beaucoup moins séduisant en apparence. En d'autres termes, les facteurs économiques peuvent changer et nombreux sont ceux qui conviendront que la sagesse a posteriori ne saurait sérieusement servir de base à la planification financière.

Pour bien saisir le rôle que sont appelées à jouer, dans le bilan énergétique du Canada de demain, la conservation et les nouvelles sources d'énergie, il est important de comprendre la fonction générale de l'énergie dans l'économie. C'est la raison pour laquelle ce chapitre est consacré à une discussion de la place assumée par l'énergie dans l'économie et à la manière dont elle influe sur la croissance, la balance internationale des paiements et la situation de l'emploi.

Energy Pricing

Although the price of energy is not the only factor affecting alternative energy supply and demand, pricing considerations are crucial to understanding the economic problems associated with introducing alternative energy forms and technologies. In this section we review the recent history of energy pricing in Canada and consider the implications of a range of future prices.

1. ENERGY PRICING IN THE PAST

In today's complicated world the price of energy is determined by factors which go far beyond simple considerations of supply and demand. In addition to the signals of the marketplace, policies and programs of foreign countries as well as those of the Canadian Federal and Provincial Governments determine the price of energy in this country. Since 1973, the overwhelming external factor has been the Organization of Petroleum Exporting Countries (OPEC) which, through supply restrictions and price setting, has increased the cost of oil twenty-fold on the world market within ten years.

In the 1940s, prior to the widespread development of petroleum resources in the Canadian West, the United States was this country's main supplier of oil. This oil was priced on a "Gulf Plus" basis — the price of oil at the Gulf of Mexico plus the cost of transportation to Canadian markets. During the 1950s, the price of oil in Canada was determined in the Chicago-Sarnia interface market, which meant that Western Canadian oil flowing to the Central Canadian market had to compete with the American supply on a Chicago price basis.

Restructuring of the Canadian petroleum market occurred in the early sixties. The Borden Commission on Energy (1958-59) recommended an east-west split in oil markets to foster development of Canada's petroleum industry. The National Oil Policy legislation of 1961 created the "Ottawa Valley Line" with markets west of the line supplied by domestic producers and east of the line supplied by imports. This meant that during the 1960s Eastern Canada was able to take advantage of low world prices ($US 1.80 f.o.b. per barrel for Saudi Arabian light crude throughout the decade) while the western market, including Ontario, paid a domestic price which was on average 25¢-50¢ per barrel higher.

By 1973, Canadian oil prices were again similar to U.S. prices and continued to rise in response to OPEC price adjustments until, on 4 September 1973, the National Energy Board recommended a freeze to protect Canadians from the inflationary impact of rising petroleum costs. In the fourth quarter of 1973 the world petroleum market began to change rapidly. OPEC price increases during, and in the aftermath of, the Arab-Israeli war of that October were such that by January of 1974 the world price of oil had climbed to $US 11.65.

To cushion Canada's economy from this shock, the Federal Government agreed to compensate oil importers for the difference between a pegged domestic price and the imported oil price, through an import compensation program. On 1 April 1974, a federal-provincial agreement established a single domestic price of $6.50 per barrel. A new Federal oil export charge, equal to the difference between the world and domestic prices, was imposed on Canada's oil exports. Periodic increases in wellhead price occurred after 1974 and, on 1 January 1978, the Canadian wellhead price stood at $11.75. A new arrangement was reached in February 1978 between the Alberta and Federal Governments which established increases of $2.00 per barrel each year. That agreement terminated in July of 1980 with the Federal Government allowing a further $2.00 per barrel increase on 1 August 1980. *The National Energy Program 1980* of 28 October 1980 provided for a 1 January 1981 wellhead price increase of $1.00 per barrel, bringing it to $17.75. A further $1.00 increase on 1 July will result in a 1981 average domestic price of $18.25 per barrel.

Canadian and world petroleum prices since 1970 are shown in *current* dollars in Figure 5-1. By the end of 1980, Canada was paying almost $Can 40 per barrel to import crude oil. In real or *constant* (1973) dollars, the world price of crude oil has increased five-fold since 1973 (Figure 5-2). In contrast, the Canadian wellhead price in real terms has not quite tripled over the same period. The increasing gap between the real import and domestic prices demonstrates that Canada has not kept pace with increases in world price over the 1973 to 1980 period. Thus the economic incentive (in the form of higher oil prices) to conserve energy and to introduce

Prix de l'énergie

Bien que le prix de l'énergie ne soit pas le seul facteur qui affecte l'offre et la demande d'énergies de remplacement, il est crucial de comprendre quels facteurs affectent les prix pour pouvoir tenir compte des problèmes économiques qu'engendre l'introduction de technologies et de formes d'énergie de remplacement. Dans cette partie, nous étudierons donc l'histoire récente des prix de l'énergie au Canada ainsi que les implications d'une gamme de futurs prix.

1. LES PRIX DE L'ÉNERGIE DANS LE PASSÉ

Dans le monde compliqué d'aujourd'hui, le prix de l'énergie est déterminé par des facteurs qui dépassent les simples considérations de l'offre et de la demande. En plus des indices qu'on peut tirer du marché, les principaux autres facteurs qui influencent le prix de l'énergie sont les politiques et les programmes de pays étrangers et ceux des gouvernements fédéral et provinciaux du Canada. Depuis 1973, le facteur externe qui, à lui seul, a été le plus important a été les mesures prises par l'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP) qui, en limitant les approvisionnements et en fixant les prix, ont fait augmenter de 20 fois le prix du pétrole au cours des dix dernières années.

Dans les années 1940, avant la mise en valeur à grande échelle des ressources pétrolières de l'Ouest du Canada, les États-Unis étaient le principal fournisseur de pétrole du Canada. Le prix de ce pétrole était fixé à partir de la base dite «Golfe plus», c'est-à-dire le prix du pétrole au golfe du Mexique plus les frais de transport jusqu'aux marchés canadiens. Pendant les années 1950, le prix du pétrole au Canada était déterminé par le marché à la frontière Chicago-Sarnia, c'est-à-dire que le prix du pétrole canadien de l'ouest qui alimentait alors le centre du Canada devait être concurrentiel avec le prix du pétrole américain à Chicago.

La restructuration du marché pétrolier canadien est intervenue au début des années 1960. La Commission Borden sur l'énergie (1958-1959) avait recommandé une démarcation est-ouest des marchés pétroliers pour stimuler l'essor de l'industrie pétrolière canadienne. La loi de 1961 établissant la politique pétrolière nationale a créé la ligne de démarcation de l'Outaouais: les marchés situés à l'ouest de cette ligne seraient approvisionnés par les producteurs canadiens et les marchés à l'est par des importations. Cette politique a permis aux marchés de l'est de profiter du prix mondial plus faible pendant les années 60 ($1.80 américain fob le baril de pétrole brut d'Arabie saoudite pendant toute cette décennie) alors que les marchés de l'ouest, notamment l'Ontario, devaient payer un prix canadien qui, en moyenne, était supérieur de 25 à 50 cents le baril.

En 1973, les prix du pétrole canadien étaient de nouveau semblables aux prix américains et continuaient d'augmenter sous l'effet des ajustements de prix de l'OPEP jusqu'à ce que, le 4 septembre 1973, l'Office national de l'énergie recommande le gel du prix du pétrole pour protéger les Canadiens contre les effets inflationnistes de la hausse des prix. Le marché mondial du pétrole a commencé à changer rapidement au dernier trimestre de 1973. Les augmentations de prix imposées par l'OPEP durant et après la guerre d'octobre 1973 entre l'Israël et les pays Arabes, furent tellement importantes qu'en janvier 1974 le prix mondial atteignait: $11.65 (américains) le baril.

Pour protéger l'économie du Canada de ce choc, le gouvernement fédéral décida d'indemniser les importateurs de pétrole pour la différence entre le prix canadien et le prix à l'importation, grâce à un programme de subvention des importations. Le 1er avril 1974, une entente fédérale-provinciale établissait un prix unique de $6.50 le baril, pour le pétrole dans l'ensemble du Canada et instituait une nouvelle taxe fédérale à l'exportation correspondant à la différence entre les prix du pétrole domestique et importé. Le prix à la tête de puits a augmenté périodiquement après 1974 et, le 1er janvier 1978, le prix canadien à la tête de puits était de $11.75. Le gouvernement de l'Alberta et le gouvernement fédéral sont arrivés à un nouvel accord en février 1978 correspondant à des augmentations annuelles de $2.00 le baril. Cet accord a pris fin en juillet 1980 et, depuis, le gouvernement fédéral a accordé une augmentation de $2.00 le baril le 1er août 1980. *Le Programme énergétique national 1980* du 28 octobre 1980 comportait une augmentation de $1.00 prenant effet le 1er janvier 1981, ce qui a porté à $17.75 le prix canadien. Une augmenta-

Figure 5-1: IMPORTED AND DOMESTIC OIL PRICES SINCE 1970, IN CURRENT CANADIAN DOLLARS PER BARREL

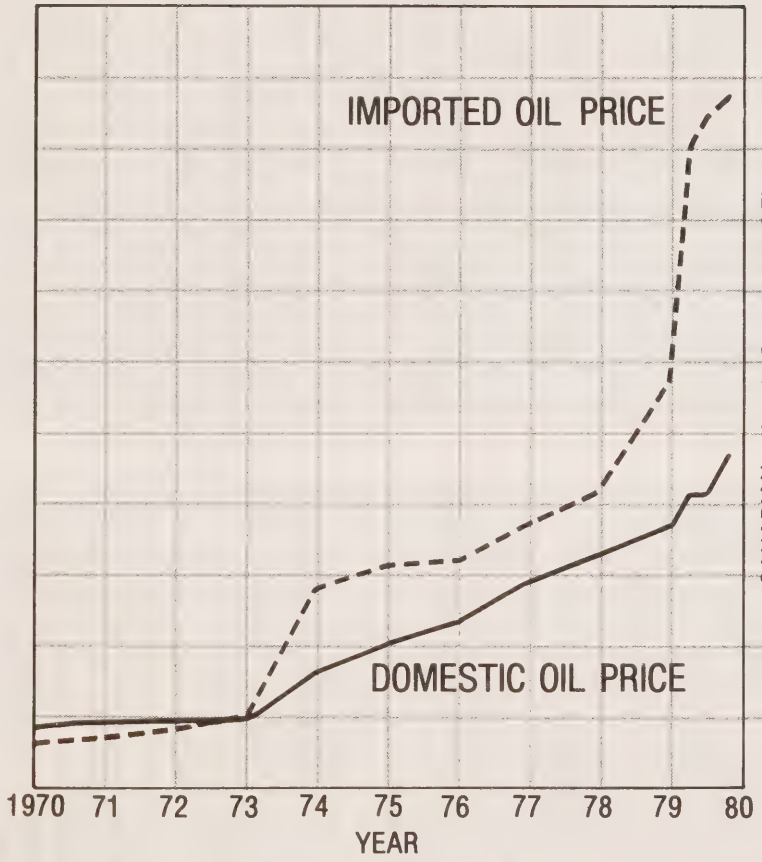
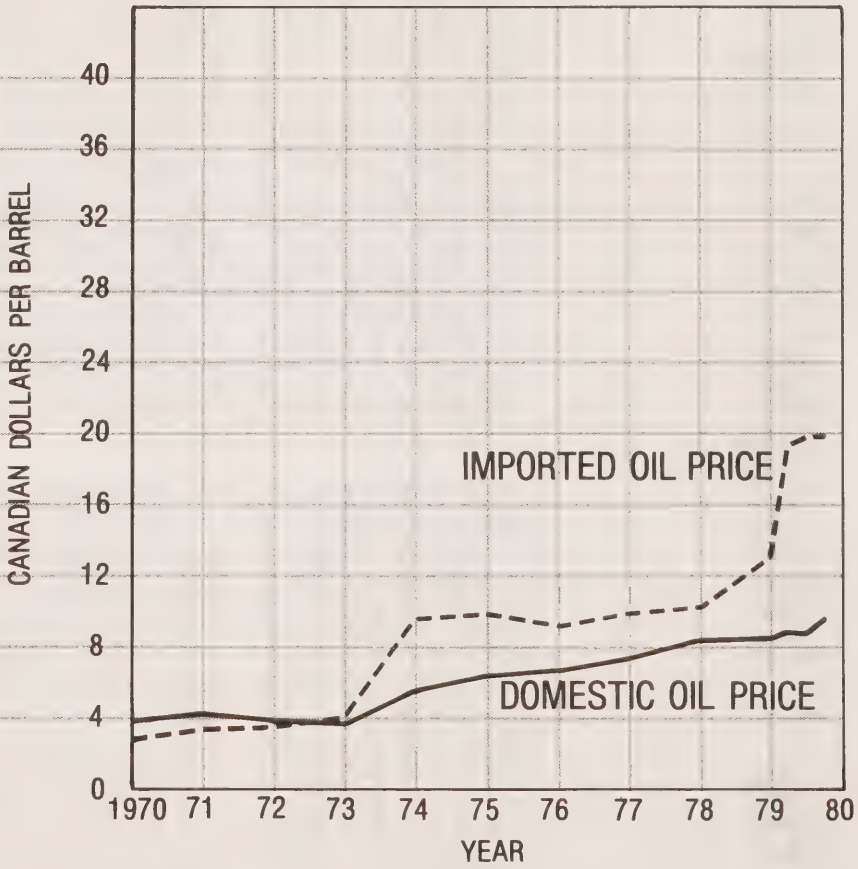


Figure 5-2: IMPORTED AND DOMESTIC OIL PRICES SINCE 1970, IN CONSTANT 1973 CANADIAN DOLLARS PER BARREL



Note: The imported price is the average annual (quarterly in 1980) cost of foreign crude oil landed at Montreal. The domestic price is the average annual (quarterly in 1980) cost of Alberta crude oil delivered to Toronto.

Source: After Canadian Enerdata, 1980.

Figure 5-1: PRIX DU PÉTROLE IMPORTÉ ET DU PÉTROLE CANADIEN, DEPUIS 1970, EN DOLLARS CANADIENS ACTUELS PAR BARIL

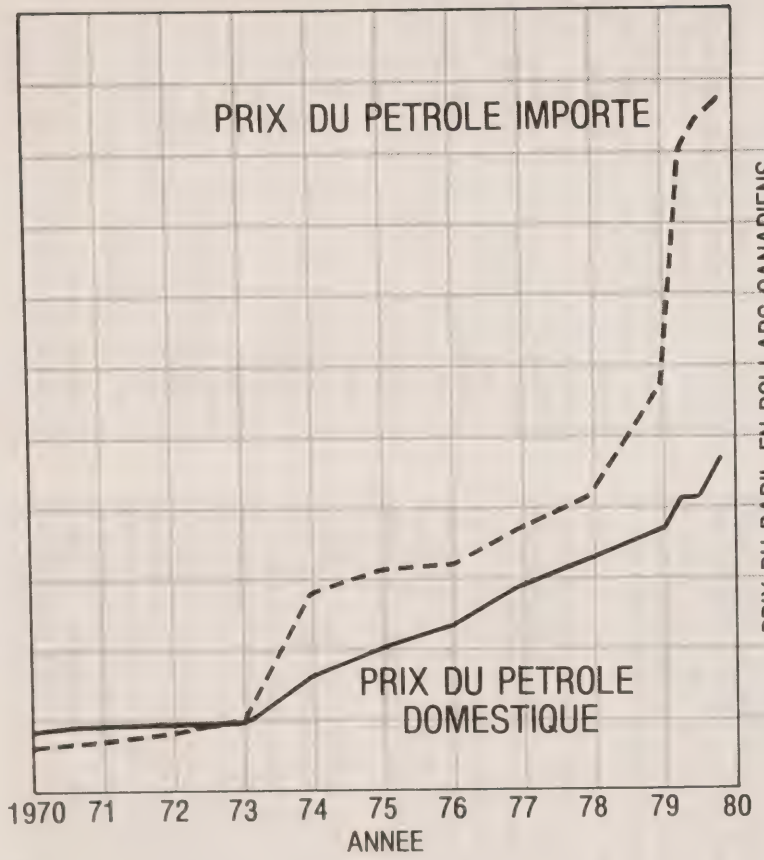
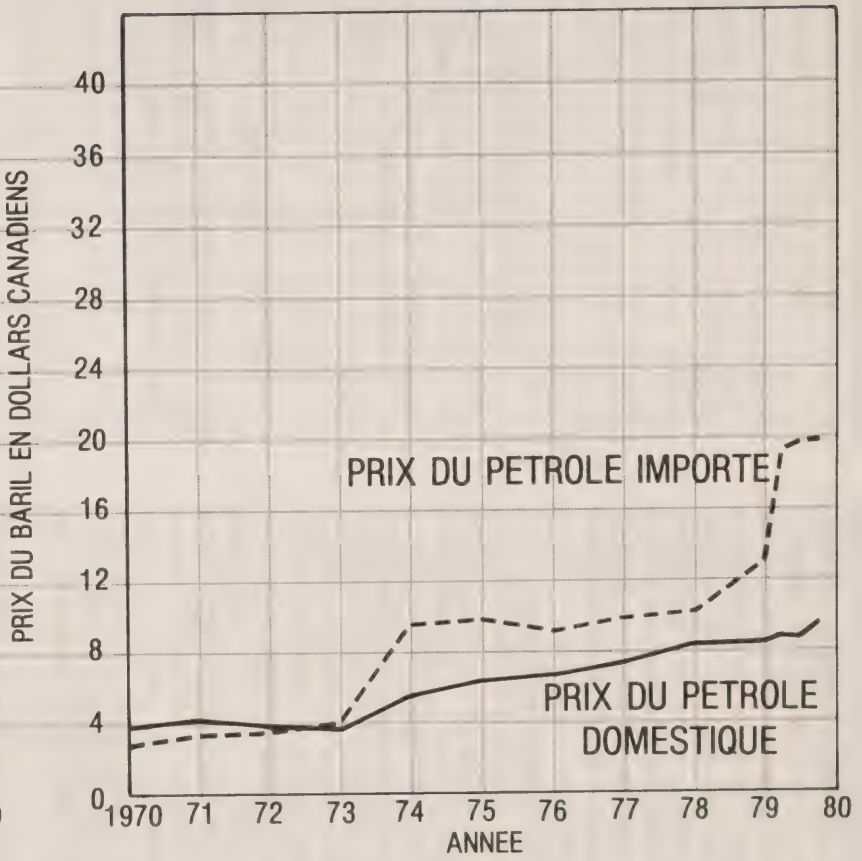


Figure 5-2: PRIX DU PÉTROLE IMPORTÉ ET DU PÉTROLE CANADIEN, DEPUIS 1970, EN DOLLARS CANADIENS CONSTANTS DE 1973, PAR BARIL



Note: Le prix importé est le prix moyen annuel (trimestriel en 1980) du pétrole brut étranger livré à Montréal. Le prix canadien est le prix moyen annuel (trimestriel en 1980) du pétrole brut de l'Alberta livré à Toronto.

Source: D'après *Canadian Enerdata*, 1980.

energy alternatives is increasing more rapidly in other industrialized nations where price increases have been keeping up with those in the international market. If economic incentives continue to favour conventional fuels and energy services, this will work to slow down the introduction of energy alternatives in the Canadian energy system. The strategy laid out in *The National Energy Program 1980* indicates, however, that government policy is now somewhat less concerned with protecting oil consumers and more with establishing Canada's petroleum self-sufficiency.

The real price of gasoline (in constant 1971 dollars) — which is a composite of wellhead price, transportation charges, refining and marketing costs, and federal and provincial taxes — declined in the postwar period until 1973, then stayed relatively stable until the late 1970s, and is now increasing (Figure 5-3). We pay about the same price for gasoline today as in 1955, in constant dollar terms. Anyone now driving a more efficient car about the same number of miles as then may actually be spending a smaller share of his income on gasoline.

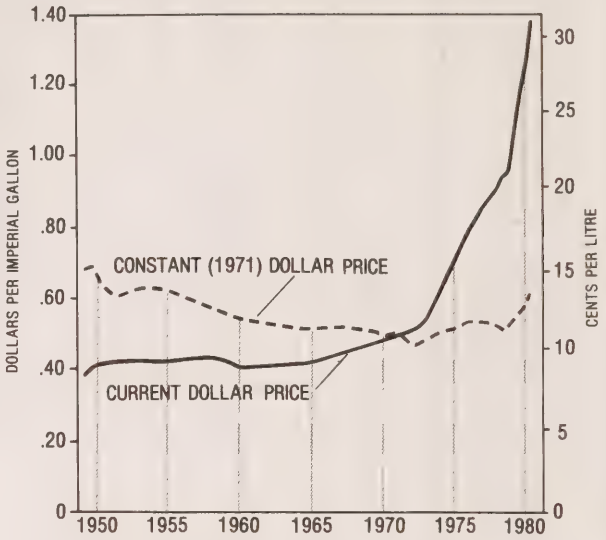
Despite the fact that Canada's reserves of natural gas increased in the 1970s, in contrast to oil, the price of gas has been increasing in step with that of oil. This has been the result of a policy decision in recent years to keep the price of natural gas at about 80% that of oil on an energy equivalent basis, as is indicated in Table 5-1.

The price of electricity in Canada has been rising in recent years as a result of higher rates of inflation and the dramatic rise in the cost of petroleum used for thermal-electric generation. The increased cost of borrowing funds for utility construction has also been of particular significance.

Prior to 1972, electricity prices were relatively stable in Canada (1.1¢ to 2.3¢ per kWh). Between 1973 and 1978, however, fuel costs per kilowatthour of electricity produced in fossil-fuel generation tripled. In the last several years, the overall rate of increase in electricity prices has been less than that of the cost of living in general and has been moderate compared to the Energy Price Index.

Electricity pricing has undergone extensive study in the past half decade. Electrical utilities generally have followed a practice of granting reduced rates to bulk power purchasers. Some have questioned this pricing arrangement, partly because it tends to discourage more efficient use of electricity. This and other aspects of electricity pricing were studied by the Ontario Energy Board between 1977 and 1979. The Board concluded that Ontario Hydro should continue to price electricity so as to cover accounting costs of operation. A pricing system has also been proposed whereby customers are charged less during those hours of the day in which

Figure 5-3: THE PRICE OF REGULAR LEADED MOTOR GASOLINE IN CANADA SINCE 1949



Source: Canada, Department of Energy, Mines and Resources, 1979b, p. 9; and personal communication, EMR, 1981.

Table 5-1: COMPARISON OF CRUDE OIL AND NATURAL GAS PRICES — ANNUAL AVERAGE

Date	Eastern Canada Gas Price ($/Mcf)	Gas Price as a Percentage of Oil[a] (%)
1970	0.43	75
1971	0.43	70
1972	0.48	77
1973	0.49	67
1974	0.59	52
1975	0.88	64
1976	1.33	83
1977	1.58	83
1978	1.90	83
1979	2.06	81
1980	2.42	80

[a] $1 per Mcf = $5.80 per barrel.

Source: Canada, Department of Energy, Mines and Resources, 1980e, p. 32.

tion supplémentaire de $1, devant entrer en vigueur le 1er juillet 1981, amènera le prix domestique moyen pour 1981 à $18.25 le baril.

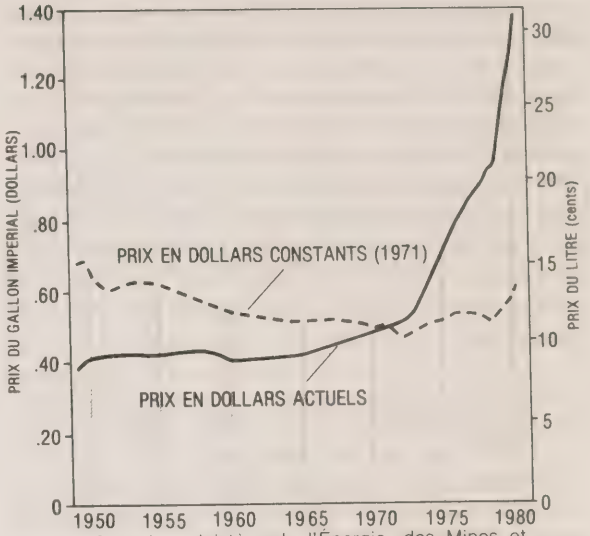
On trouvera à la Figure 5-1 les prix canadiens et mondiaux du pétrole depuis 1970, en dollars *actuels*. A la fin de 1980, le Canada payait près de $40 (can.) le baril de pétrole brut importé. En dollars *constants* (1973), le prix mondial du pétrole brut a quintuplé depuis 1973 (Figure 5-2). Par contraste, en termes réels, le prix canadien à la tête de puits n'a pas tout à fait triplé pendant la même période. L'écart entre le prix du pétrole importé et celui du pétrole canadien, en dollars constants, indique clairement que le Canada n'a pas su marcher de pair avec les augmentations du prix mondial pendant la période allant de 1973 à 1980. Les stimulants économiques (sous la forme de prix du pétrole plus élevés) poussant à conserver l'énergie et à introduire des solutions de remplacement se sont répandus plus rapidement dans d'autres pays industrialisés où les augmentations ont suivi celles du marché international. Si les stimulants économiques continuent de favoriser les combustibles et les sources énergétiques conventionnelles, cela contribuera à ralentir l'introduction de solutions de remplacement dans le système énergétique canadien. La stratégie exposée dans *Le Programme énergétique national 1980* indique toutefois que le gouvernement se préoccupe un peu moins de la protection des consommateurs de produits pétroliers et davantage de l'établissement d'une autosuffisance pétrolière canadienne.

Le prix réel de l'essence (en dollars de 1971) qui dépend du prix à la tête de puits, des frais de transport, des coûts de raffinage et de commercialisation et des taxes fédérale et provinciales, a en fait diminué dans l'après-guerre jusqu'en 1973, puis est demeuré relativement stable jusqu'à la fin des années 70 et enregistre maintenant une augmentation (Figure 5-3). En dollars constants, nous payons en ce moment l'essence environ le même prix qu'en 1955. Par contre, une personne qui parcourt à peu près le même nombre de kilomètres qu'à l'époque mais dans une voiture plus efficace consacre peut-être en fait une moindre part de son revenu à l'essence.

Bien que les réserves canadiennes de gaz naturel aient augmenté dans les années 1970, contrairement aux réserves de pétrole, le prix du gaz a augmenté dans la même proportion que celui du pétrole. Cette augmentation est le fait d'une décision politique visant à maintenir le prix du gaz naturel à un niveau représentant environ 80% de celui du pétrole par unité énergétique équivalente, tel qu'indiqué dans le tableau 5-1.

Au cours des dernières années, le prix de l'électricité au Canada a augmenté sous l'effet de l'inflation et de la hausse considérable du coût du pétrole utilisé dans

Figure 5-3: PRIX DE L'ESSENCE ORDINAIRE AVEC PLOMB AU CANADA DEPUIS 1949



Source: Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, 1979b, p. 9 et entretiens personnels, EMR, 1981.

Tableau 5-1: COMPARAISON DES PRIX DU PÉTROLE BRUT ET DU GAZ NATUREL—MOYENNES ANNUELLES

Date	Prix du gaz dans l'est du Canada ($/Mpc)	Prix du gaz en pourcentage de celui du petrole[a] (%)
1970	0.43	75
1971	0.43	70
1972	0.48	77
1973	0.49	67
1974	0.59	52
1975	0.88	64
1976	1.33	83
1977	1.58	83
1978	1.90	83
1979	2.06	81
1980	2.42	80

[a] $1 par Mpc = $5.80 le baril.

Source: Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, 1980e, p. 32.

demand is low and more at times when demand is high (such as late afternoon). Such a system (similar to Bell Canada's rate structure) would encourage a more even use of generating capacity and reduce the requirement for generating equipment to meet peak power demands. Reconsideration of electricity pricing practices is likely to occur in all Canadian markets as the introduction of alternative energy forms alters the demand for electricity for home, commercial and industrial use.

The historical trends in energy pricing described here cannot be expected to continue, given the changes that have taken place in the international oil market, the anticipated scarcity of petroleum and the intensifying concern over the environmental implications of increasing energy use.

2. FUTURE ENERGY PRICES AND THEIR IMPLICATIONS

Future energy prices will be important in Canada's energy system because these prices and their rates of change will influence which alternative energy forms can be commercialized and the timing of their introduction. Also, energy prices will directly influence the quantities of energy consumed and the proportion of incomes available for non-energy consumption and investment. There are limits to the size of the energy expenditure which we can afford and still maintain our standard of living, our commitment to social programs and our industrial momentum. Having some idea of future energy prices, and thus some notion of the proportion of personal and national income which will be devoted to energy in decades to come, is important if we are to plan for our economic future and make appropriate decisions today.

While this Report cannot give any precise timetable for the introduction of alternative energy forms, we can state that the rate of increase in energy prices — particularly oil prices — will influence the rate of development and commercialization of alternative energy. High rates of increase in real oil prices during the next decade will certainly accelerate the process of incorporating alternative energy sources and technologies into our energy system.

Ideally we would like to know in advance what future trends in energy prices will be in order to estimate their impact on the economy and to assess the urgency of developing alternatives. Furthermore, the way in which we go about encouraging conservation will depend on the extent to which higher prices help us reduce the growth in demand for energy. But one cannot know the future and therefore we must examine the various effects which a number of *possible* future energy price trends might have on the energy sector and on the whole economy. In order to project future energy prices, one must assess such pricing determinants as domestic energy policy, demand and supply trends, world economic conditions and political developments. While a broad margin of error may be attached to any forecast of world prices, it is necessary to make some estimation because of the impact that future prices will have on all Canadians.

In the course of its work, the Committee initiated economic analyses using three crude oil world price schedules. These analyses, performed by the Economic Council of Canada, covered the decade of the 1980s. The highest world price schedule considered was based on a 7% annual increase in real terms to 1990. The minimum price schedule thought likely to characterize the present decade was a 1 to 1.5% annual real increase. The third pricing scenario, simulating the type of international price shock which occurred in 1973-74 and again in 1979-80, incorporated a $15 per barrel real price increase in 1986 (superimposed on a 1 to 1.5% annual real increase during the 1980s). Pricing schedules similar to those used in the analyses are included in Table 5-2. The Committee believes that the upper and lower price scenarios represent an envelope likely to encompass future world oil prices.

On the other hand, the future *domestic* price of oil is known with more certainty because *The National Energy Program 1980* has set out a schedule of price increases to 1990. These prices are also included in Table 5-2. The wellhead price of a conventional Alberta crude (38° API gravity) will increase in current dollar terms by almost 300% from 1980 to 1990. This may seem like a large increase but, allowing for inflation, it is expected to roughly represent a 65% real increase in price over the decade. The reader should keep in mind too that these scheduled prices are not immutable; domestic or international circumstances change and the domestic pricing program may have to adapt to new conditions.

The National Energy Program 1980 establishes a pricing regime for natural gas which improves its competitive position relative to oil over the coming three years. This pricing policy will encourage a shift to gas from oil, both reducing Canada's requirement for foreign crude and addressing Western Canada's excess natural gas productive capacity. As part of this program, the Federal Government will set city-gate prices for natural gas at the same level in Toronto, Montreal, Quebec and Halifax to promote the extension of the gas distribution system into Eastern Quebec and the Maritimes. The future pricing of natural gas is summarized in Table 5-3.

Prices for electricity are expected to increase at a rate which will be about 1.2% more than the rate of increase in the Consumer Price Index (personal communication, Department of Energy, Mines and Resources, 1981).

les centrales thermiques. Les taux d'intérêt de plus en plus élevés sur les emprunts contractés pour la construction de centrales ont également joué un rôle particulièrement important.

Avant 1972, les prix de l'électricité sont demeurés relativement stables au Canada (1.1¢ à 2.3¢ du kWh). Entre 1973 et 1978, toutefois, les coûts des combustiles par kilowatt-heure (kWh) d'électricité produite à partir de combustibles fossiles ont triplé. Au cours des quelques dernières années, globalement, le prix de l'électricité a augmenté moins rapidement que le coût de la vie en général et sa hausse a été modérée comparativement à l'indice des prix de l'énergie.

Au cours des dix dernières années, le prix de l'électricité a fait l'objet d'études approfondies. Les compagnies électriques ont généralement suivi la pratique d'accorder des tarifs préférentiels aux gros acheteurs. Certains ont mis cette pratique en question, en partie parce qu'elle tend à décourager une utilisation plus efficace de l'électricité. La Commission de l'énergie de l'Ontario a étudié cette question ainsi que d'autres aspects de la fixation du prix de l'électricité entre 1977 et 1979. Elle en a conclu qu'Ontario Hydro devrait continuer à fixer le prix de l'électricité de façon à couvrir les coûts d'exploitation. On a aussi proposé d'introduire une structure de prix telle qu'il en coûterait moins d'utiliser de l'électricité aux heures où la demande est faible et plus lorsqu'elle est forte (comme la fin de l'après-midi). Une telle structure (similaire en cela aux tarifs de Bell Canada) encouragerait une utilisation plus uniforme de la capacité de production de l'électricité et réduirait la nécessité d'acquérir davantage de matériel de production pour satisfaire à la demande de pointe. Il est probable que les pratiques de fixation des prix seront remises en question dans tous les marchés canadiens à mesure que l'introduction de formes d'énergie de remplacement modifiera la demande d'électricité pour des usages domestiques, commerciaux et industriels.

En matière de prix de l'énergie, on ne peut s'attendre à ce que les tendances historiques que nous venons de décrire se poursuivent étant donné les changements qui ont affecté le marché international du pétrole, la rarification prévue de ce produit et la préoccupation grandissante liées aux conséquences environnementales d'une utilisation croissante de l'énergie.

2. LES FUTURS PRIX DE L'ÉNERGIE ET CE QU'ILS SUPPOSENT

Les futurs prix de l'énergie seront importants dans le système énergétique canadien car ces prix et le rythme de leur changement influenceront les formes d'énergie de remplacement qui pourront être commercialisées et le moment de leur introduction. Également, les prix influeront directement sur les quantités d'énergie consommées et la proportion des revenus disponibles pour la consommation et les investissements non énergétiques. Il existe des limites à l'ampleur des dépenses énergétiques que nous pouvons supporter tout en préservant notre style de vie, notre contribution aux programmes sociaux et notre dynamisme industriel. Il est important de se faire une certaine idée des futurs prix de l'énergie, et donc d'arriver à une certaine notion de la proportion du revenu personnel et national qui sera consacré à l'énergie dans les décennies à venir, si nous souhaitons pouvoir prévoir notre avenir économique et prendre les décisions appropriées dès aujourd'hui.

Même s'il est impossible d'indiquer avec précision dans ce rapport quand les formes d'énergie de remplacement seront introduites, nous pouvons affirmer que le rythme d'augmentation des prix—et en particulier des prix du pétrole—influencera le rythme de développement et de commercialisation des énergies de remplacement. Des taux élevés d'augmentation des prix réels du pétrole durant la prochaine décennie accéléreront très certainement le processus d'incorporation des sources et technologies d'énergie de remplacement dans notre système énergétique.

Idéalement, nous aimerions savoir à l'avance quelles seront les futures tendances en matière de prix de l'énergie afin d'estimer leurs répercussions sur l'économie et d'évaluer l'urgence des solutions de remplacement. De plus, la manière dont nous nous y prendrons pour encourager la conservation dépendra de la mesure dans laquelle des prix élevés nous aideront à réduire la croissance de la demande. Mais il est impossible de prévoir l'avenir et nous devons donc examiner les diverses conséquences d'un certain nombre de tendances futures *possibles* des prix de l'énergie pour le secteur énergétique et l'ensemble de l'économie. Pour pouvoir évaluer les futurs prix de l'énergie, on doit attribuer une valeur à des facteurs déterminants tels que la Politique énergétique nationale, les tendances de l'offre et la demande, les conditions économiques mondiales et les événements politiques. Même s'il faut ajouter une large marge d'erreurs à toute prévision des prix mondiaux, il faut malgré tout arriver à une estimation à cause des conséquences que les futurs prix auront pour tous les Canadiens.

Dans le cadre de son travail, le Comité a fait procéder à des analyses économiques fondées sur trois scénarios de modification du prix du pétrole mondial. Ces analyses, exécutées par le Conseil économique du Canada, couvrent la décennie des années 1980. L'hypothèse de la plus forte augmentation du prix mondial envisagé portait sur une augmentation annuelle de 7% en termes réels jusqu'en 1990. L'hypothèse d'augmentation de prix minimale que l'on estime caractériser vraisemblablement la décennie actuelle était de 1 à

Table 5-2: PROJECTED DOMESTIC AND INTERNATIONAL OIL PRICES, 1981-1990
Unit: Current Canadian dollars per barrel.

	Oil Sands Reference Price [a]	Tertiary Oil Price [a]	Conventional Wellhead Price [a]	Blended Price [b]	World Price 1.5% Real [c]	World Price 7% Real [c]	World Price Shock [c,d]
1981	38.00	30.00	18.25	23.30	42.70[e]	42.70[e]	42.70[e]
1982	41.85	33.05	20.25	27.80	47.39	49.74	47.39
1983	45.80	36.15	22.25	32.30	51.91	57.22	51.91
1984	49.85	39.35	26.13	36.18	56.91	65.87	56.91
1985	54.10	42.70	30.63	40.68	62.29	75.72	62.29
1986	58.55	46.20	37.00	47.05	68.04	86.88	93.04
1987	63.20	49.90	44.00	54.05	74.12	99.42	101.35
1988	68.30	53.90	51.00	61.05	80.69	113.71	110.34
1989	73.75	58.20	58.00	68.05	87.79	129.97	120.05
1990	79.65	62.85	65.00	75.05	95.52	148.55	130.61

[a] Canada, Department of Energy, Mines and Resources, 1980e, p. 26. The oil sands and tertiary prices become effective in January of each year; the conventional wellhead price is averaged for the year in question. The oil sands reference price is subject to the limit of international price.

[b] Canada, Department of Energy, Mines and Resources, 1980e, p. 30. The blended price is averaged over the year in question. The Petroleum Compensation Charge of $10.05 is assumed to continue after 1983. Imports are projected to fall to zero in 1990. The blended price will not be allowed to exceed 85% of the international price or the average price of crude oil in the United States, whichever is lower.

[c] Real price increases are in addition to the expected annual rate of increase in the U.S. Wholesale Price Index for 1981-1990, as estimated by the Wharton School in the United States. For example, if the U.S. Wholesale Price Index rises by 10%, the world price increases by 11.5% in the 1.5% real case, and by 17% in the 7% real case. This U.S. price indicator is used because the international price of oil is based on the American dollar.

[d] The world price is calculated to undergo a 1.5% annual real increase in 1982-1990, and a $15 (constant 1980 dollars) shock is added in 1986.

[e] $42.70 is the current, weighted average world price of crude oil delivered in Canada (personal communication, EMR, 1981).

Employing future energy pricing schedules similar to those presented here, the Economic Council estimated their effects on the Canadian economy for the Committee. As expected, it was found that the more self-sufficient Canada is in petroleum by 1990, the lower the rate of inflation; the smaller the Federal deficit; the smaller the current account deficit; the greater the value of the dollar; and the greater both employment and the growth in aggregate output. To the extent that Canada remains dependent upon foreign supplies of crude oil, we are prone to inflation arising from increases in the world oil price. By folding the total cost of imports into the blended price by 1983, the domestic price of oil will rise more than expected if Canada's imports remain large and if the international price undergoes major increases. Clearly, the health of the Canadian economy is improved by eliminating our reliance on oil imports.

The Economic Council's analysis was based upon the price and supply of conventional oil and gas, synthetic oil from the tar sands and possible frontier supplies. This is an appropriate approach since, in the short term, the domestic price of oil will continue to be the reference point for pricing energy in our economy. Energy alternatives will not make a significant change in this state of affairs in the 1980s.

Alternatives will enter the market and become competitive at prices which are about equal to those of conventional energy sources for the same energy services. Nevertheless, we may be willing to pay more for alternative energy because we believe there will be future economic gains and because of less tangible advantages such as security of supply. It is possible to roughly estimate when a given alternative may be competitive with conventional fuels and technologies, depending on the rate of change of conventional energy prices. Although such estimates are highly sensitive to the quality of data and the nature of underlying assump-

Tableau 5-2: PRIX DOMESTIQUE ET INTERNATIONAL PROJETÉS, 1981-1990
Unité: Dollar canadien actuel par baril.

	Prix de référence du sable pétrolifère [a]	Prix du pétrole tertiaire [a]	Prix à la tête de puits classique [a]	Prix national [b]	Prix mondial 1.5% d'augmentation réelle [c]	Prix mondial 7% d'augmentation réelle [c]	Choc pétrolier mondial [c, d]
1981	38.00	30.00	18.25	23.30	42.70[e]	42.70[e]	42.70[e]
1982	41.85	33.05	20.25	27.80	47.39	49.74	47.39
1983	45.80	36.15	22.25	32.30	51.91	57.22	51.91
1984	49.85	39.35	26.13	36.18	56.91	65.87	56.91
1985	54.10	42.70	30.63	40.68	62.29	75.72	62.29
1986	58.55	46.20	37.00	47.05	68.04	86.88	93.04
1987	63.20	49.90	44.00	54.05	74.12	99.42	101.35
1988	68.30	53.90	51.00	61.05	80.69	113.71	110.34
1989	73.75	58.20	58.00	68.05	87.79	129.97	120.05
1990	79.65	62.85	65.00	75.05	95.52	148.55	130.61

[a] Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, 1980e, p. 26. Les prix tertiaires et des sables pétrolifères entreront en vigueur en janvier de chaque année, la moyenne des prix à la tête de puits classique étant calculée pour l'année en question. Le prix de référence des sables pétrolifères est sujet à la limite du prix international.

[b] Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, 1980e, p. 30. On calcule la moyenne du prix national pour l'année en question. On assume par ailleurs que la surtaxe de compensation pétrolière de $10.05 restera en vigueur après 1983. Il est prévu que les importations tomberont à zéro en 1990. On ne laissera pas le prix national dépasser 85% du prix international ou du prix moyen du pétrole brut aux États-Unis, selon le cas.

[c] Les augmentations en prix réels s'ajoutent au taux annuel projeté de croissance de l'indice de prix de gros des États-Unis pour 1981-1990, tel qu'estimé par la Wharton School des États-Unis. Par exemple, si l'indice des prix de gros des États-Unis augmente de 10%, le prix mondial augmente de 11.5% dans le cas d'augmentation réelle de 1.5% et de 17% dans le cas d'augmentation réelle de 7%. On emploie cet indicateur de prix américain parce que le prix international du pétrole est calculé en dollars américains.

[d] Le prix mondial est calculé selon une augmentation réelle annuelle de 1.5% entre 1982 et 1990, augmentation à laquelle s'ajoute un choc pétrolier de $15 (en dollars constants de 1980) pour 1986.

[e] $42.70 représentent le prix actuel moyen mondial du pétrole brut livré au Canada.

1.5% d'augmentation réelle annuelle. Le troisième scénario de prix, qui simule le type de choc international qui s'est produit en 1973-74 et encore 1979-80, incorpore une augmentation de $15 du prix réel du baril en 1986 (superposé à une augmentation réelle annuelle de 1 à 1.5% durant les années 80). On trouvera au tableau 5-2 des hypothèses d'augmentation semblables à celles employées dans les analyses. Le Comité estime que les scénarios de forte et faible augmentation de prix constituent des limites englobant vraisemblablement les futures augmentations du prix mondial du pétrole.

D'un autre côté, on peut connaître avec davantage de certitude le futur prix *domestique* du pétrole car *Le Programme énergétique national 1980* a prévu un calendrier d'augmentation de prix jusqu'en 1990. Ces prix figurent également au tableau 5-2. Le prix à la tête de puits d'un brut conventionnel de l'Alberta (38° de densité API) augmentera en dollars actuels de près de 300% entre 1980 et 1990. Ceci peut sembler une augmentation importante mais, compte tenu de l'inflation, on s'attend à ce que cela constitue approximativement une augmentation réelle de 65% au cours de la décennie. Le lecteur devrait également se souvenir que ces calendriers d'augmentation de prix ne sont pas immuables; les circonstances nationales ou internationales peuvent changer et il faudra peut-être adapter à ces nouvelles conditions le programme de prix domestique prévu.

Le Programme énergétique national 1980 établit un régime de prix pour le gaz naturel afin de le mettre en position davantage concurrentielle par rapport au pétrole au cours des trois prochaines années. Cette politique de prix devrait favoriser un passage du pétrole au gaz, réduisant ainsi le besoin pour le Canada d'importer du pétrole étranger tout en jetant les bases d'une politique à l'égard de l'excès de capacité productive de gaz naturel de l'ouest du Canada. Dans le cadre de ce

Table 5-3: COMPARISON OF FUTURE CRUDE OIL AND NATURAL GAS PRICES UNDER THE NATIONAL ENERGY PROGRAM

Date	Eastern Canada Gas Price ($/Mcf)	Gas Price as a Percentage of Oil[a] (%)
1980	2.42	80
Under the National Energy Program		
1981	2.98	71
1982	3.39	68
1983	3.84	67

[a] $1 per Mcf = $5.80 per barrel.

Source: Canada, Department of Energy, Mines and Resources, 1980e, p. 32.

tions about prices and costs, they can provide some insight into the timing of development in Canada's energy system.

Cost comparisons among conventional energy forms and alternative options, done by Middleton Associates for the Committee, used estimates of equipment efficiencies, system lifetimes, capital and operating costs, and similar parameters to arrive at such estimates. Three conventional energy price scenarios (similar to those used by the Economic Council in its work for the Committee), comprising elements of world and domestic price forecasts, were used in the analysis.

Middleton Associates found in the transportation sector, for example, that methanol could become competitive with gasoline by 1985 if higher rates of increase in domestic oil prices were allowed, but not until the early 1990s if oil price increases were small. Compressed natural gas and propane were found to be competitive as motor fuels today, regardless of gasoline price increases. The main barriers facing these two fuels are market readiness in the short term and supply limitations in the longer term.

As a substitute for oil in electrical generation, coal combustion using fluidized bed technology was considered to be economical with either high or low oil price increases. Wind turbines, on the other hand, may not be economical until 1990 if the rise in the domestic price of oil is small.

Among those energy sources analyzed for substitution in residential and industrial heating applications, solar water heating appears to be the most sensitive to conventional energy prices. At low rates of conventional energy price increase, solar heating of water may not be economic without incentives until after 1995. The same can be said for heat pumps competing in areas serviced by natural gas (although as a substitute for other fuels, heat pumps are economically preferable now or in the near future). Wood waste as a fuel is preferable, where applicable, through the present decade and beyond, regardless of conventional fuel prices.

Co-generating systems are largely competitive now, although higher rates of increase in oil prices could make oil-fired systems uneconomical towards the end of the decade.

It is accepted by most energy analysts that the real price of energy will continue to increase for a considerable time to come. As conventional energy costs escalate, the alternatives will become increasingly competitive and technological breakthroughs may be expected to lower the real cost of some of them. By reducing our energy requirements, we may also be able to moderate the rate of increase in the total cost of energy services even in the face of rising prices.

programme, le gouvernement fédéral amènera les prix aux portes des villes pour le gaz naturel au même niveau pour Toronto, Montréal, Québec et Halifax afin de promouvoir l'extension du système de distribution de gaz dans l'est du Québec et des Maritimes. Les futurs prix du gaz naturel sont résumés au tableau 5-3.

Tableau 5-3: COMPARAISON DES FUTURS PRIX DU PÉTROLE BRUT ET DU GAZ NATUREL TELS QUE PRÉVUS DANS LE CADRE DU PROGRAMME ÉNERGÉTIQUE NATIONAL

Date	Prix du gaz dans l'est du Canada ($/Mpc)	Prix du gaz en pourcentage de celui du pétrole[a] (%)
1980	2.42	80
D'après le Programme énergétique national		
1981	2.98	71
1982	3.39	68
1983	3.84	67

[a] $1 par Mpc = $5.80 le baril.

Source: Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, 1980e, p. 32.

On s'attend à ce que les prix de l'électricité augmentent à un rythme d'environ 1.2% supérieur au rythme d'augmentation de l'indice des prix à la consommation (entretiens personnels, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, 1981).

En se fondant sur des calendriers d'augmentation de prix similaires à ceux qui sont présentés ici, le Conseil économique a estimé pour le Comité leurs effets sur l'économie canadienne. Comme on s'y attendait, on a constaté que plus le Canada s'approchera de l'autosuffisance pétrolière en 1990, plus on diminuera le rythme de l'inflation, le déficit fédéral et le déficit actuel des comptes, plus grande sera la valeur du dollar, moins il y aura de chômage et plus la croissance de la production combinée sera importante. Dans la mesure où le Canada continue de dépendre des approvisionnements étrangers en pétrole brut, il demeure davantage sensible à une inflation résultant d'une augmentation du prix du pétrole mondial. En incorporant le coût total des importations dans le prix national en 1983, le prix du pétrole canadien augmentera plus que prévu si les importations du Canada demeurent importantes et si le prix international subit de fortes augmentations. Il est clair qu'on améliore la santé de l'économie canadienne en éliminant notre dépendance du pétrole étranger.

L'analyse du Conseil économique était fondée sur le prix et l'approvisionnement en pétrole classique, en gaz, en pétrole synthétique tiré des sables pétrolifères et en approvisionnements éventuels provenant des régions pionnières. Il s'agit là d'une façon pertinente de procéder puisque, à court terme, le prix domestique du pétrole continuera de constituer le point de référence pour le calcul du prix de l'énergie dans notre économie. Les énergies de remplacement ne modifieront en effet pas de façon significative cet état de chose dans les années 80.

Les énergies de remplacement arriveront sur le marché et deviendront concurrentielles à des prix approximativement égaux à ceux des sources classiques d'énergie pour les mêmes services énergétiques. Néanmoins, nous serons peut-être désireux de payer davantage pour des énergies de remplacement si nous croyons qu'elles nous assureront à l'avenir des gains économiques ainsi que des avantages moins tangibles tels celui de la sécurité d'approvisionnement. Il est possible d'évaluer grossièrement à quel moment une énergie de remplacement donnée s'avérera concurrentielle par rapport aux combustibles et aux technologies classiques, selon le taux d'augmentation des prix de l'énergie classique. Bien que de telles estimations dépendent beaucoup de la qualité des données dont on dispose ainsi que de la nature des hypothèses sur lesquelles repose le calcul des prix et des coûts, elles peuvent malgré tout donner une certaine idée de l'étalement temporel du développement du système énergétique canadien.

Les comparaisons de coûts entre les formes d'énergie classique et les options d'énergie de remplacement qui ont été effectuées pour le compte du Comité par la firme Middleton Associates reposent sur des estimations de l'efficacité de l'équipement, de la durée utile des systèmes, des coûts en capitaux et d'exploitation ainsi que sur des paramètres similaires. On s'est servi dans cette analyse de trois scénarios d'évolution du prix de de l'énergie classique (ces scénarios ressemblent à ceux auxquels a eu recours le Conseil économique dans son travail effectué pour le Comité) et incorpore des éléments de prévisions du prix mondial et domestique.

La firme Middleton Associates a par exemple constaté que dans le secteur des transports le méthanol pourrait concurrencer l'essence d'ici à 1985, si on laissait les prix du pétrole domestique augmenter plus rapidement, et uniquement au début des années 1990 si les

augmentations de prix du pétrole sont faibles. Cette firme en est également venue à la conclusion que le gaz naturel comprimé et le propane sont d'ores et déjà concurrentiels en tant que carburants des moteurs à explosion, quelles que soient les augmentations de prix de l'essence. Les deux principaux obstacles au recours à grande échelle à ces deux combustibles sont la réceptivité du marché à court terme et les limites d'approvisionnement à long terme.

On a estimé que le charbon pourrait remplacer le pétrole pour la production d'électricité grâce à la technologie du lit fluidisé, cette substitution semblant économique quel que soit le niveau d'augmentation des prix. Les éoliennes, d'un autre côté, pourraient bien ne pas être rentables avant 1990 si le prix domestique du pétrole augmente peu.

De toutes les possibilités de substitution de sources énergétiques analysées pour des applications de chauffage résidentiel et industriel, le chauffage solaire de l'eau semble être la technologie qui dépend le plus des prix des sources conventionnelles d'énergie. Si leur prix augmente lentement, le chauffage solaire de l'eau ne deviendra pas rentable sans stimulants économiques avant au moins 1995. On peut tirer la même conclusion pour les thermopompes dans les régions desservies par des réseaux de gaz naturel (bien que pour ce qui est de remplacer d'autres combustibles, les thermopompes soient économiquement préférables, que ce soit maintenant ou dans un proche avenir). L'utilisation des déchets de bois en tant que combustibles est souhaitable, là où elle est applicable, au cours de la présente décennie et au-delà, quels que soient les prix des combustibles classiques.

Les systèmes de cogénération sont d'ores et déjà largement concurrentiels, bien que de fortes augmentations des prix du pétrole puissent rendre non économiques vers la fin de la décennie les centrales alimentées au pétrole.

La plupart des analystes de l'énergie reconnaissent que le prix réel de l'énergie continuera d'augmenter pendant encore longtemps. A mesure que les coûts de l'énergie classique s'accroîtront, les solutions de remplacement deviendront de plus en plus concurrentielles et des percées technologiques devraient pouvoir abaisser le coût réel de certaines d'entre elles. Par ailleurs, en réduisant nos besoins énergétiques, nous pourrons peut-être aussi modérer le rythme d'accroissement du coût total des services énergétiques même si les prix sont de plus en plus élevés.

The Economics of Energy Supply, Demand and Conservation

We have already stressed that, notwithstanding Canada's present self-sufficiency in energy in an aggregate sense, this country faces a growing shortfall in the commodity that matters most — oil. Minimizing our petroleum imports in the 1980s would be reason enough to institute a vigorous program of energy conservation in view of the economic and strategic problems involved in such dependence. But conservation pays other dividends as well. We already know a considerable amount about energy-conserving technologies, which reduces the "trial and error" aspect of new initiatives. Restraining demand will in many situations be less costly than extending supply. Conservation technologies can often be more rapidly deployed than supply technologies. And energy conservation reduces some of the indirect costs of energy use such as environmental contamination.

Conserved energy represents a special class of alternative energy, not dependent on bringing forth new supplies. Conservation saves consumer dollars and capital, and contributes to an improved balance of payments through reduced expenditures on foreign oil. Conservation programs will likely create employment and income through expansion of that part of industry which supplies conservation goods and services. Other important and extensive benefits will derive from a conservation-oriented economy as well, not the least of which is the reward of long-term energy self-sufficiency.

The consequences of conservation decisions and policies are complex and numerous but a successful program of conservation would moderate the rate of growth in energy demand and lessen the pressure to find alternatives to present means of supplying energy. Conservation programs and energy supply programs require long-term planning, but through providing time, conservation increases the range of energy alternatives which may be evaluated and pursued. In other words, conservation can increase Canada's supply options if we seize the opportunity.

1. CONSERVATION DEFINED

Conservation has many connotations. To some it may imply a backwoods life style. To others the term may be associated with the imposition of strict controls on resource use, or even non-use. Certainly, the way in which Canadians view conservation will influence how Canada formulates a method for determining the best schedule of resource use in the future. Through a greater understanding of the market and institutional forces which influence conservation practice, we will be better able to assess the appropriateness of incentives and regulatory measures, "carrots and sticks", for encouraging enlightened energy use.

Conservation may be thought of as reducing the consumption of a resource in the near future so as to have more of it available in the more distant future. Conservation has also been defined as the

> ...careful use of renewable and non-renewable resources to ensure their greatest long-term benefit to society... (Crane, 1980, p. 67)

Conservation does not mean non-use, nor "wise" use, nor does it necessarily mean use at a constant rate. It is not synonymous with maximum sustained use nor maximum cumulative use. Conservation economics considers both demand and supply, and producers may (and frequently do) practice conservation as well as consumers. Deciding whether conservation or its opposite, depletion, is appropriate in a given situation is not always easy.

An Economist's Definition of Conservation and Depletion

Conservation is defined in a strictly economic sense as the redistribution of use rates of resources towards the future. Thus conservation always implies a comparison of two or more time distributions of use rates; that is, the supply and consumption of energy per unit of time over a number of units of time. The opposite of conservation is depletion — the redistribution of use rates toward the present.

2. WHAT FACTORS AFFECT CONSERVATION?

Many institutional and economic forces affect conservation. Among the most powerful influences are habits. Does one drive at moderate or at excessive

L'économie de l'offre, de la demande et de la conservation de l'énergie

Nous avons déjà souligné que, nonobstant l'autosuffisance énergétique globale du Canada, notre pays connaît une pénurie croissante de la ressource qui est la plus importante: le pétrole. La réduction dans toute la mesure du possible de nos importations de pétrole dans les années 1980 justifierait pleinement l'instauration d'un programme de conservation de l'énergie visant à éliminer les problèmes économiques et stratégiques découlant de notre dépendance actuelle. Là ne s'arrêtent pas les avantages qu'offre la conservation de l'énergie. Les connaissances considérables que nous possédons déjà permettraient de réduire la phase de tâtonnements qu'impliquent les nouvelles initiatives. Dans bien des cas, la limitation de la demande peut s'avérer moins coûteuse que l'expansion de l'offre. Les technologies de conservation de l'énergie peuvent fort souvent être mises en œuvre plus rapidement que celles ayant trait à l'offre. De plus, la conservation de l'énergie réduit quelques-uns des coûts indirects découlant de l'utilisation de l'énergie, notamment la pollution de l'environnement.

L'énergie conservée représente une catégorie particulière d'énergie de remplacement qui ne dépend pas de l'apport de nouveaux approvisionnements. La conservation représente des économies des dépenses de consommation et d'investissement et contribue à améliorer la balance des paiements en réduisant les importations de pétrole étranger. Il est probable que les programmes de conservation créeront de l'emploi et engendreront des revenus grâce à l'expansion du secteur de l'industrie qui fournit les biens et services de conservation. Une économie orientée vers la conservation ne manquera pas d'avoir d'autres avantages importants et à grande portée et notamment l'autosuffisance énergétique à long terme.

Les conséquences des décisions et politiques en matière de conservation sont complexes et nombreuses mais, quoi qu'il en soit, un programme de conservation bien conçu peut ralentir le taux de croissance de la demande d'énergie et rendre moins pressant le besoin de trouver des solutions de remplacement à nos sources énergétiques actuelles. Les programmes de conservation et d'approvisionnement énergétique exigent une planification à long terme mais, en faisant gagner du temps, la conservation permet d'augmenter la gamme d'options énergétiques que l'on peut évaluer et adopter. Autrement dit, la conservation peut multiplier les options d'approvisionnement du Canada si nous en saisissons l'occasion.

1. DÉFINITION DE LA CONSERVATION

La conservation a de nombreuses connotations. Pour certains, elle évoque le retour à un mode de vie rustique. Pour d'autres, elle s'associe à la mise en vigueur de mesures strictes de contrôle de l'utilisation et même de la non-utilisation des ressources. La manière dont les Canadiens perçoivent la conservation influencera sans nul doute la façon dont le Canada formulera une méthode visant à déterminer le meilleur programme d'utilisation des ressources à l'avenir. En comprenant mieux le marché et les forces institutionnelles qui influencent la pratique de la conservation, nous serons mieux à même d'évaluer le bien-fondé des mesures d'encouragement et de réglementation («le bâton et la carotte») prises pour encourager une utilisation plus éclairée de l'énergie.

On peut considérer la conservation comme la réduction de la consommation d'une ressource dans un proche avenir afin d'en avoir davantage de disponible dans un avenir plus lointain. On a également défini la conservation comme:

> ...l'utilisation judicieuse des ressources renouvelables et non renouvelables afin d'en retirer le plus d'avantages à long terme pour la société... (Crane, 1980, p. 67)

La conservation ne signifie pas non-utilisation ou utilisation «judicieuse»; elle n'est pas non plus synonyme d'une utilisation à taux constant, d'une utilisation soutenue maximale ni d'une utilisation cumulative maximale. Dans l'économie de la conservation, il faut tenir compte de la demande autant que de l'offre et les producteurs peuvent pratiquer la conservation autant que les consommateurs (et le font souvent). Il n'est pas toujours facile de décider si, dans une situation déterminée, il faut opter pour la conservation ou pour son contraire, l'épuisement.

speeds? Does one wear a sweater in a chilly room or turn up the thermostat instead? Altering, redirecting or replacing certain culturally-based practices and traditions will facilitate the adoption of conservation practices. While economic conditions may force us to conserve, changing our life-styles to cope with new economic realities will make the transition less painful. Higher gasoline prices may encourage many of us to buy smaller, lighter cars; however, if we learn to like small cars, we will not resent having had to make the change. We may even be happier for having contributed to the conservation effort.

There are numerous other economic forces which affect conservation, including interest rates, uncertainty, taxation, subsidies and prices.

Interest rates directly affect conservation decisions and are of particular practical significance in the analysis of resource use over time. Interest rates are employed in resource use planning for making net benefits (benefits minus costs) received in different time intervals comparable in the present. Those net benefits which accrue in the distant future are held to be less valuable than those which we enjoy today, therefore we tend to discount them the most. The factor by which we discount future benefits depends on the real interest rate (adjusted for inflation). A high rate of discount implies that current net benefits of resource extraction, for example, are far more valuable than future ones; therefore, depletion takes precedence over conservation and present use rates increase. Hence, when real interest rates increase, the present value of future net benefits decreases and depletion takes place. Conversely, a decrease in interest rates tends towards conservation by making benefits relatively more valuable in the future.

Interest Rates and Conservation

How might a change in interest rates effect oil conservation? The present value of a $100 annual saving resulting from an investment in energy-saving equipment (let's say from the installation of a new heating system), over ten years of operation of the equipment is $502 after being discounted at a 15% interest rate. At a 12% interest rate, however, the saving is discounted somewhat less such that the ten-year saving has a present worth of $566. Thus, at a 12% rate of interest, there is relatively more incentive to install energy-saving equipment. If the new heating system is more efficient and uses less fuel, then a decrease in interest rates acts to conserve energy.

The effects of uncertainty work similarly. People put greater emphasis on benefits they expect to receive in the near future because these benefits usually have the greatest certainty. When deciding which type of heating system to install, an individual will buy equipment with the greatest probability for generating savings in the first few years of operation. People are naturally reluctant to make such investments if they are uncertain about the savings they will bring. Reducing uncertainty therefore promotes better conservation decisions.

The imposition of taxes and subsidies will affect conservation decisions depending upon when they are introduced and how long they last. Taxation generally increases price and reduces profitability, thus resource consumers and producers shift use rates to those time intervals when the impact of a tax is smallest. Conversely, use rates are shifted to intervals in which subsidy benefits are greatest. In general, greater energy consumption will take place in periods with less uncertainty about profitability and supply, less taxation, greater subsidies and lower prices.

3. CONSERVATION OBJECTIVES, DECISIONS AND POLICIES

Toward what objectives are conservation efforts directed? On what basis can decisions be made regarding the appropriate level of conservation? How can conservation objectives be achieved?

When an individual makes a conservation decision, his objective is to maintain or increase his long-term standard of living. When a business makes a conservation decision, it is interested in reducing costs and/or increasing profits. Individuals and businesses are more likely to make good conservation decisions if they consider all of the costs and benefits arising from a proposed conservation measure. Once the relevant costs and benefits are estimated, it is a relatively simple matter to determine the *present value* of the proposed project by applying the market *discount* factor (that is, the discount factor relating to the rate of return which is likely to prevail over the life of the project).

Discounting and Present Value

Fifty-seven dollars placed in a savings deposit today with a 12% rate of interest will earn in five years approximately $43 (compounded annually), such that the savings deposit will be worth $100. Thus the *present value* of $100 five years hence, *discounted* at a 12% rate of interest, is about $57.

If the present value of future benefits exceeds the present value of future costs plus the initial investment, then the proposal is economically desirable. Such a

La conservation et l'épuisement vus par un économiste

Au sens purement économique, la conservation se définit comme la redistribution des taux d'utilisation des ressources en prévision de l'avenir. Ainsi, la conservation entraîne toujours la comparaison de deux cadres temporels ou plus des taux d'utilisation, c'est-à-dire l'offre et la consommation d'énergie par unité de temps sur un certain nombre d'intervals. Le contraire de la conservation est l'épuisement, c'est-à-dire la redistribution des taux d'utilisation en fonction du présent.

2. QUELS FACTEURS AFFECTENT LA CONSERVATION?

De nombreuses forces institutionnelles et économiques s'exercent sur la conservation, au nombre desquelles les habitudes constituent une des influences les plus importantes. Conduit-on à une vitesse modérée ou trop vite? Porte-t-on un chandail dans une pièce froide ou augmente-t-on le chauffage? L'adoption de pratiques de conservation sera facilitée par la modification, la ré-orientation ou le remplacement de certaines pratiques et traditions d'origine culturelle. Les conditions économiques peuvent nous forcer à conserver mais la transition sera plus facile si nous changeons nos modes de vie pour les adapter aux nouvelles réalités économiques. La hausse du prix de l'essence peut encourager bon nombre d'entre nous à acheter des voitures plus petites et plus légères. Toutefois, si nous apprenons à aimer les petites voitures, nous ne serons pas fâchés d'avoir eu à faire le changement. Il se peut même que nous nous en trouvions mieux pour avoir contribué à l'effort de conservation.

De nombreuses autres forces économiques affectent la conservation: les taux d'intérêt, l'incertitude, la fiscalité, les subventions et les prix notamment.

Les taux d'intérêt affectent directement les décisions en matière de conservation et revêtent une importance particulière dans l'analyse de l'utilisation des ressources sur une période de temps donnée. Les taux d'intérêt servent, dans la planification de l'utilisation des ressources, à comparer aujourd'hui les avantages nets (bénéfices moins coûts) reçus à diverses périodes. Les avantages nets qui s'accumulent dans un avenir éloigné sont considérés comme ayant moins de valeur que ceux dont nous profitons aujourd'hui et nous avons tendance à les actualiser davantage. Le facteur d'actualisation des avantages futurs dépend du taux d'intérêt réel (ajusté en fonction de l'inflation). Un taux élevé d'actualisation signifie par exemple que les avantages nets actuels de l'extraction d'une ressource ont bien plus de valeur que les avantages futurs; la conservation cède donc le pas à l'épuisement et les taux actuels d'utilisation augmentent. Par conséquent, quand les taux d'intérêt réels augmentent, la valeur actuelle des avantages nets futurs diminue et on assiste à une tendance vers l'épuisement. Par contre, une diminution des taux d'intérêt a tendance à favoriser la conservation en rendant les avantages relativement plus importants à l'avenir.

Les taux d'intérêt et la conservation

De quelle manière une modification des taux d'intérêt affecte-t-elle la conservation du pétrole? Ce qui représente maintenant une économie annuelle de $100 résultant d'un investissement dans du matériel permettant d'économiser de l'énergie (disons l'installation d'un nouveau système de chauffage) correspondra au bout de dix ans d'utilisation du matériel à $502 si on actualise à un taux d'intérêt de 15%. Toutefois, à un taux de 12%, l'actualisation de cette économie sera quelque peu moindre et le bénéfice au bout de dix ans sera, en valeur actuelle, de $566. Ainsi, à 12%, l'avantage de l'installation du matériel d'économie d'énergie est, relativement, plus grand. Puisque ce nouveau système de chauffage est plus efficace et consomme moins de combustible, on peut déduire qu'une diminution des taux d'intérêt facilite la *conservation* de l'énergie.

L'incertitude agit de la même façon. On a tendance à accorder plus d'importance aux avantages qu'on espère recevoir dans un avenir proche parce que ces avantages font généralement l'objet de plus de certitude. Quand il lui faut décider quel type de chauffage installer, le consommateur achète l'équipement qui offre la plus grande probabilité de réaliser des économies au cours des quelques premières années d'utilisation. On a naturellement tendance à rejeter ce genre d'investissement si on n'est pas certain des économies qu'il permettra de réaliser. On peut donc faciliter la prise de meilleures décisions de conservation en réduisant l'incertitude.

L'imposition de taxes et l'octroi de subventions affectent également les décisions en matière de conservation mais leur effet dépend du moment où ces mesures entrent en vigueur et de leur durée. L'imposition de taxes a généralement pour effet d'augmenter le prix et de réduire la profitabilité et, conséquemment, les consommateurs et les producteurs de la ressource modifient leurs taux d'utilisation pour les concentrer dans les périodes où les effets de la fiscalité se font le moins sentir. De même, les taux d'utilisation se concentrent dans les périodes où les avantages des subventions sont

cost-benefit analysis is as applicable to small projects (insulating a house) as it is to large projects (building a methanol plant).

Since individuals and firms do not need to consider external or social costs, their task when making such decisions is fairly straightforward. However, the desired state of conservation in the economy, while conceptually well-defined, is difficult, if not impossible, to determine in the real world — public conservation efforts involve costs and benefits which may not be readily assessed in dollar terms. For example, what is the ultimate value of a nation's energy self-sufficiency, or of the enjoyment received from an extra day's vacation bought with the money saved in driving a more efficient automobile?

Appropriate levels of public investment in conservation can in theory be determined by evaluating social net benefits but, in practice, this will be difficult. Although in principle the conservation objective is to increase total social net benefits, in practice we cannot know with certainty whether this is being achieved. There are nonetheless some practical guiding principles in formulating resource use policies. For renewable resources these include measures to prevent wastage, environmental damage and irreversible declines in resource flow rates. For nonrenewable resources, conservation objectives include rational rates of use and the discovery and development of efficient energy technologies and alternatives.

By influencing economic forces, governments may indirectly change the schedule of resource use rates over time to induce conservation. Direct intervention by the state may be necessary to achieve certain conservation goals. Direct tools include education in and regulation of use. Public education can be particularly effective in reforming habit patterns to make them conducive to energy conservation. Regulation of conventional energy use can also encourage conservation, minimum performance standards for automobiles being one example.

As individuals we will often make conservation decisions based on our incomes. One individual may choose to spend part of a week's wages on gasoline for a weekend jaunt while another person may receive more satisfaction from spending the money to improve the insulation in his home. As a society we will make conservation decisions based on the disposition of national income, relative to energy and all other goods and services.

Conservation decisions are predicated on our concern for the long-term viability of our economy and the welfare of future generations. Conservation of exhaustible energy resources will assure us of continuing supplies for years to come. Having conventional sources of energy in the year 2010 may be important if being without sufficient alternatives at that time would mean the deterioration of our economy and way of life. Conserving exhaustible sources of energy for the future is thus a form of insurance against unforeseen problems and events. It does not remove the need for effective, affordable alternatives.

4. PRICING CRITERIA FOR ALTERNATIVE ENERGY AND OIL SUBSTITUTES

The prices of the major conventional energy resources in Canada — oil, gas, coal and primary electricity — are regulated and therefore largely determined by government policy. We present the argument elsewhere in this Report that the true cost to Canadians of conventional energy is implicitly the world price and that we pay the difference in taxes, foregone oil revenue, and net income and production losses.

Determining the true cost of conventional energy in Canada is, as with all energy matters, complex. How can one then expect to determine the price of alternative energy, which for the most part will be supplied by technologies not yet in place and for which structured markets are only beginning to emerge? Fortunately, there are some methods by which the price of substitutes can be estimated. As a general rule, we may expect that energy alternatives will enter the system at prices which approximate those of conventional forms for given uses. The relevant value of each new unit of energy, however, is its replacement cost. What will the prices of alternative energy forms be in the long run? In a purely competitive market we would expect the price of a good to be based on its long-run cost of production. In practice, in real world energy markets beset by market imperfections, by economic power concentrations and by government intervention, energy prices will only crudely reflect changes in the long-run cost per unit.

Since time and future prices are factors in determining the role of alternative energy forms and the appropriate pricing of conventional forms, alternative energy sources cannot be properly assessed by considering only present circumstances. The pricing of energy over time should be related to the long-term value of the resource. Views of what the best pricing schedule is will vary considerably depending upon the perspective of the person or group making the decision.

Consider the Organization of Petroleum Exporting Countries, an influential body in oil supply and pricing on a world scale. It is advantageous for the OPEC nations to act in concert and price their oil in order to get the most return from their total resource. They manipulate supply in order to influence demand and price. By restricting supply the OPEC countries achieve two economic objectives (not to mention a few political ones):

les plus importants. Dans l'ensemble, une plus grande consommation d'énergie aura lieu pendant les périodes où il existe moins d'incertitude quant à la profitabilité et l'approvisionnement, moins de taxes, plus de subventions et des prix moins élevés.

3. OBJECTIFS, DÉCISIONS ET POLITIQUES DE CONSERVATION

Quels objectifs les efforts de conservation visent-ils? Comment peut-on décider d'un niveau de conservation approprié? Comment peut on atteindre les objectifs de conservation?

Lorsqu'il prend une décision visant la conservation de l'énergie, l'individu a pour objectif un relèvement de son niveau de vie. Lorsqu'un entrepreneur prend une semblable décision, il tend à réduire ses coûts ou à augmenter ses profits. Les individus et les entrepreneurs seront plus en mesure de prendre des décisions judicieuses en matière de conservation s'ils tiennent compte de tous les coûts et de tous les avantages découlant de la mesure proposée en vue de la conservation de l'énergie. Une fois que l'on a déterminé les coûts et les avantages pertinents, il est relativement aisé de déterminer la *valeur actuelle* du projet envisagé en appliquant le taux d'*actualisation* du marché (c'est-à-dire le taux d'actualisation lié au taux de rendement susceptible de prévaloir au cours de la durée de vie du projet).

Actualisation et valeur actuelle

Une valeur de cinquante-sept dollars déposée aujourd'hui dans un compte d'épargne à un taux d'intérêt de 12% (cumulé annuellement) produira environ $43 sur cinq ans, de telle manière que le dépôt aura une valeur de $100. La *valeur actuelle* d'une somme de $100, d'ici cinq ans, actualisée à un taux de 12%, est d'environ $57.

Toutes les fois que la valeur actuelle des avantages futurs excède la valeur actuelle des coûts futurs plus l'investissement initial, la proposition considérée est économiquement désirable. Cette analyse des coûts et avantages est applicable aux projets de faible envergure (comme l'isolation d'une maison) au même titre qu'aux projets de grande envergure (comme l'édification d'une usine de méthanol).

Étant donné que les individus n'ont pas à tenir compte des coûts externes ou sociaux, leur tâche est relativement simple quant ils doivent prendre de telles décisions. Il est toutefois difficile, voire impossible, de déterminer dans le monde réel le niveau idéal de conservation dans l'économie, bien que le concept soit bien défini. Les efforts publics de conservation entraînent des coûts et des avantages qui ne peuvent être aisément évalués en termes de dollars. Par exemple, quelle est la valeur ultime de l'autosuffisance énergétique d'un pays? Quelle est la valeur du plaisir retiré d'une journée de vacances supplémentaire rendue possible par l'économie réalisée en conduisant une voiture énergétiquement plus efficace?

En théorie, on peut déterminer les niveaux appropriés d'investissement public dans la conservation en évaluant les avantages sociaux nets mais, dans la pratique, cela est difficile. Bien qu'en principe l'objectif de la conservation soit d'augmenter le total des avantages sociaux nets, dans la pratique, on ne sait jamais avec certitude si l'on va vers la réalisation de cet objectif. Il existe néanmoins certains principes pratiques qui peuvent nous aider à formuler des politiques d'utilisation des ressources dans le cas des ressources renouvelables, il s'agit d'éviter le gaspillage, la détérioration de l'environnement et le déclin irréversible du taux d'écoulement des ressources. Dans le cas des objectifs de conservation des ressources non renouvelables, on s'efforce entre autres d'arriver à des taux rationnels d'utilisation ainsi que de découvrir et mettre au point des technologies et solutions énergétiques de remplacement plus efficaces.

En agissant sur les forces économiques, les gouvernements peuvent modifier indirectement la répartition des taux d'utilisation sur une certaine période de temps pour encourager la conservation. L'intervention directe de l'état peut être nécessaire pour réaliser certains buts de conservation. Parmi les outils directs pouvant être utilisés, figurent l'éducation du public et la réglementation de l'utilisation. L'éducation joue un rôle particulièrement efficace pour ce qui est de changer des modes de comportement afin de les rendre propices à la conservation de l'énergie. La réglementation de l'utilisation de l'énergie classique peut également encourager la conservation ainsi que l'illustrent les normes minimales de performances des automobiles.

En tant qu'individus, nous prenons souvent des décisions en matière de conservation en fonction de nos revenus. Une personne peut décider de dépenser une partie de son salaire de la semaine en essence pour une promenade en fin de semaine alors qu'une autre préférera dépenser cet argent à améliorer l'isolation thermique de sa maison. En tant que société, nous prendrons des décisions de conservation en fonction de la répartition du revenu national du point de vue des dépenses d'énergie et de tous les autres biens et services.

Les décisions de conservation sont fondées sur notre souci de la viabilité à long terme de notre économie et du bien-être des générations à venir. La conservation des ressources d'énergie épuisables nous garantit des approvisionnements ininterrompus pendant des années. Il sera peut-être important d'avoir des sources

they raise current prices, and they make more oil available in future years when the value of the oil may be higher still. Canada must balance the goal of pricing energy to get the most benefit from our natural energy assets with the goal of preserving the welfare of Canadians as a whole.

We have said that the pricing of conventional energy will influence the timing and the cost competitiveness of alternative energy sources. From the point of view of Canadians, the price of alternative energy sources should be such that the value of the benefits less costs derived from the use of these energy resources are as large as possible. Benefits will include employment and income gains, an improved trade balance and other less tangible benefits such as security of supply and environmental quality. Costs will include those incurred in shifting to alternative energy sources and technologies, especially if they are adopted before becoming economically competitive. It should be remembered nonetheless that society may choose to bear the cost of an early conversion to alternatives in order to benefit from security and diversity of energy supply.

5. DEMAND, CONSERVATION AND PRICES

The Committee recognizes that there is considerable debate over the effectiveness, fairness and wisdom of increasing the price of petroleum products as a means of promoting oil conservation and inducing greater use of alternatives. Some knowledge of the responsiveness of demand to price increases is essential, however, because such increases create hardships for many individuals in Canada, particularly those with low or fixed incomes. While it is evident that for most commodities increased prices result in diminished demand, with some goods this response is not pronounced and may be masked by income changes and other factors. With petroleum products, particularly gasoline, our perception of demand is complicated by changes in incomes, changes in consumer priorities in spending incomes, and by changes in technology. We have observed in Europe, where gasoline prices are three to four times those in Canada, that many people continue to drive, very often at high speeds. European drivers do, however, use substantially less fuel per passenger-kilometre travelled although it is unlikely that this would be the case if the real price of fuel in Europe were as low as in Canada.

Given sufficient time, the stock of automobiles (or heating systems or industrial equipment) will turn over to reflect the higher cost of energy. Time is needed for automobile manufacturers to redesign engines, remove excess weight and improve aerodynamics. Furthermore, consumers will not immediately trade a less efficient car for a more efficient one each time fuel prices increase, but they may well consider a smaller, more efficient vehicle when replacement does become necessary. As this also applies for other durable items which consume energy, several years may be required before we observe a change in demand determinants. Thus, in the long run, the demand (and supply) response to price changes will be greater as manufacturers are able to change designs and as consumers incorporate more efficient technologies into their lives.

Rates of price increase are an important factor. High and infrequent rates of increase have a shock effect but people can become accustomed to slow price increases and adjust to them. Even following a price shock, however, demand may be at least partially reestablished following an initial reduction in the rate of consumption.

Not all petroleum products are as price insensitive as gasoline. Consumption of industrial fuel oil and transportation diesel fuel has been estimated to decline by

The Relationship Between Demand and Price

Economists frequently measure the change in the quantity demanded of a good resulting from a change in the price of that good. This measure — the price-elasticity of demand — is usually expressed as the percentage change in the quantity demanded for a one per cent change in price, assuming no change in the tastes or incomes of the group of consumers whose demand characteristics are being studied. Such studies have determined that in recent years for each 1% increase in gasoline prices, consumption decreases by 0.18-0.45% (Friedenberg and Nixon, 1980, p. 32).

Put in more familiar terms, a demand price elasticity of −0.18 to −0.45 means that an increase in price from 25¢ to 30¢ per litre (a 20% increase) would cause an average Canadian driver, who normally consumed 500 litres of gasoline annually, to reduce consumption by 18 to 45 litres per annum. Of course this would apply only if he or she continued to drive a car with the same efficiency, maintained his or her driving habits, and drove the same mix of city and highway miles. Unfortunately this is difficult to observe in practice because drivers do buy more efficient cars and do change their driving habits. Furthermore, estimates of the responsiveness of demand to price increases apply only to a limited range of prices and quantities consumed over specific recent years, reflecting preferences and incomes prevailing at the time. With much higher prices, or with higher rates of increase of prices, the response may vary considerably.

d'énergie classiques en l'an 2010 si l'absence d'options de remplacement suffisantes à cette époque devait signifier la détérioration de notre économie et de notre mode de vie. La conservation de sources épuisables d'énergie pour l'avenir est donc une forme de garantie contre les problèmes et événements imprévisibles mais elle n'empêche pas la nécessité de solutions efficaces et abordables de remplacement.

4. CRITÈRES DE DÉTERMINATION DU PRIX DE L'ÉNERGIE DE REMPLACEMENT ET DES SUBSTITUTS DU PÉTROLE

Au Canada, le prix des principales ressources énergétiques classiques, à savoir le pétrole, le gaz, le charbon et l'électricité primaire, est réglementé et donc pour une large part déterminé par politique gouvernementale. Dans une autre partie du rapport, nous avançons l'argument que, pour les Canadiens, le coût réel de l'énergie classique est implicitement le prix mondial. Nous payons la différence en taxes, recettes pétrolières non perçues et pertes nettes de revenu et production.

Au Canada, la détermination du coût réel de l'énergie classique est, comme toutes les questions qui se rapportent à l'énergie, une tâche complexe. Comment peut-on espérer déterminer le prix de l'énergie de remplacement quand, dans une large mesure, cette énergie sera fournie par des technologies qui ne sont pas encore en place et sera vendue sur des marchés qui commencent à peine à s'organiser? Il existe fort heureusement certaines méthodes qui permettent d'évaluer le prix des produits de remplacement. En règle générale, on peut s'attendre à ce que les énergies de remplacement arrivent sur le marché à des prix qui seront sensiblement les mêmes que ceux de l'énergie classique pour des utilisations données. Toutefois, la valeur pertinente de chaque nouvelle unité d'énergie est son coût de remplacement. Que seront à la longue les prix des formes d'énergie de remplacement? Dans un marché concurrentiel parfait, on peut s'attendre à ce que le prix d'un bien soit basé sur son coût de production à long terme. Dans la pratique, sur les marchés réels de l'énergie soumis aux imperfections du marché, à la concentration de la puissance économique et à l'intervention gouvernementale, les prix de l'énergie ne refléteront qu'approximativement les changements du coût unitaire à long terme.

Ainsi, le temps et les prix futurs sont des facteurs qui déterminent le rôle des sources d'énergie de remplacement. On ne peut donc vraiment évaluer correctement le mécanisme de détermination des prix de l'énergie classique et de l'énergie de remplacement si on ne tient compte que des circonstances présentes. On doit considérer le prix de l'énergie sur une certaine période de temps par rapport à la valeur à long terme de la ressource. L'optique de ce qui constitue la meilleure stratégie de prix varie donc considérablement en fonction de la perspective de la personne ou du groupe qui prend la décision.

Prenons l'exemple de l'Organisation des pays exportateurs de pétrole, organisme qui exerce beaucoup d'influence à l'échelle mondiale tant sur l'approvisionnement que sur le prix du pétrole. Il est de l'intérêt des pays de l'OPEP d'agir de concert et de fixer le prix de leur pétrole de façon à retirer le maximum de l'ensemble de leurs ressources. Ils manipulent donc l'approvisionnement pour agir sur la demande et les prix. En limitant les approvisionnements, les pays de l'OPEP atteignent deux objectifs économiques (sans parler de quelques objectifs politiques): ils augmentent les prix en cours et ils se gardent davantage de pétrole pour l'avenir quand la valeur de ce pétrole sera probablement encore plus élevée. Le Canada doit fixer le prix de l'énergie de façon à réaliser l'équilibre, c'est-à-dire retirer le plus d'avantages de ses réserves naturelles d'énergie et préserver en même temps le bien-être de l'ensemble des Canadiens.

Nous avons déjà dit que le prix de l'énergie classique influencera le moment de l'introduction ainsi que le prix des sources d'énergie de remplacement. Du point de vue des Canadiens, le prix de ces sources de remplacement doit être tel que la valeur des avantages moins les coûts dérivés de l'utilisation de ces sources d'énergie est aussi grande que possible. Au nombre des avantages, on compte l'augmentation de l'emploi et des revenus, une meilleur balance des paiements et d'autres avantages moins tangibles comme la sécurité des approvisionnements et la préservation de la qualité de l'environnement. Les coûts comprendront les coûts du passage à des sources et des technologies d'énergie de remplacement, notamment si cela se produit avant qu'elles deviennent économiquement concurrentielles. Il faut néanmoins se souvenir que la société peut choisir d'assumer le coût d'une conversion rapide aux énergies de remplacement afin de pouvoir profiter de la sécurité qu'elles offrent et de la diversité des approvisionnements en énergie.

5. LA DEMANDE, LA CONSERVATION ET LES PRIX

Le Comité constate qu'on a beaucoup discuté de l'efficacité, de l'équité et de la sagesse de l'augmentation des prix des produits pétroliers comme moyen de promouvoir la conservation du pétrole et d'encourager une plus grande utilisation des solutions de remplacement. Il semble essentiel, à cet égard, d'avoir une certaine connaissance de la sensibilité de la demande aux augmentations de prix car ces augmentations entraînent des difficultés financières pour de nombreux Canadiens,

about 1.3% for every 1% increase in price. Perhaps this is because industries and commercial transportation companies which are in pursuit of profits are quicker to adopt more efficient technologies or to change production or management practices. They may also have at their disposal a monitoring system allowing them to determine consumption and hence the conservation investment required to offset increased fuel prices.

Once again it must be emphasized that the estimates of the reaction of the commercial consumer to price are limited to a certain range of prices and quantities during the past decade. Furthermore, the sensitivity to price is likely to increase for some energy applications over the very long run. In the short run, price increases may have a small impact if individuals cannot substitute more efficient technologies.

6. DELAYS IN ADOPTING ALTERNATIVES

A number of energy alternatives and conservation measures appear to be economically viable today. It takes time, however, for a given technology to be put into place, for a new design to become widely accepted or for a practice to become widely adopted. There are basic economic reasons for this. Some are obvious; others are more difficult to explain.

Take the example of a house with an old oil furnace. More efficient heating systems are now on the market, including more efficient oil furnaces themselves. Why then do many homes continue to be heated with old furnaces in the face of higher heating costs? Such relatively expensive items tend to stay in service long after their replacement seems advisable. The reasons for this relate to the economics of fixed assets.

- Markets for such assets may be imperfect. Information may be inadequate and an individual may not know about cheaper alternatives.
- Decision-makers may not correctly assess the benefits of replacing an old inefficient system because the costs and benefits which accrue over time are ignored.
- The old system may continue to deliver service worth more than its salvage or trade-in value, while the normal requirements of the system do not warrant the capital outlay for a new system.

The first two points can be addressed by appropriate policies. The last point is an economic fact of life which is characteristic of all fixed assets, the effects of which can nevertheless be overcome by appropriate incentive programs. Conversion grants, for example, have the effect of decreasing the cost of the services offered by a new system. Two examples of such grants offered by the Federal Government are: (1) grants to assist homeowners and businesses for conversion from oil to gas, electricity, renewable and other energy sources, up to 50% of conversion costs to a maximum of $800; and (2) grants to commercial fleet owners of up to $400 per vehicle to convert to propane.

To further illustrate the impact of the above constraints, let us once again look at the example of replacing an outdated heating system. Canadians change residences frequently and many of us are tenants. We are therefore reluctant to make investments in insulation and more efficient heating systems because our costs may not be fully recovered. If the third constraint applies, then both owner and tenant are acting rationally. The owner may not, though, have full knowledge of heating system alternatives or may not be correctly assessing the benefits of a new system. In this regard, the dissemination of information about alternatives and about methods for correctly assessing costs and benefits over time through the application of "life cycle" costing analyses will be effective in overcoming delays in the adoption of alternative technologies.

Life Cycle Cost Analysis

Life cycle cost is the total of all relevant costs associated with an activity or project during the time it is analyzed, including all costs of ownership, operation and maintenance. The *life cycle* is the period of time between the starting point and cutoff date of analysis over which the costs and benefits of a certain alternative are incurred. If life cycle benefits exceed life cycle costs, then the project is economically desirable.

In any event, delays must be anticipated and taken into account when analyzing the probable impact of energy-related policies. Failure to do so may lead to frustration with the pace of adoption of new technologies and energy conservation measures, and hence unwarranted condemnation of good policies. Firm action and consistent policies will help assure rapid progress in the adoption of conservation practices and new energy-efficient technologies.

Relation entre demande et prix

Les économistes mesurent fréquemment la variation de la demande d'une marchandise entraînée par un changement du prix de cette marchandise. Cette mesure, appelée élasticité de la demande par rapport au prix, s'exprime généralement sous la forme de la variation percentile de la demande pour un changement de un pour cent du prix, en supposant qu'il n'y a pas eu de changement des goûts ou des revenus du groupe de consommateurs dont on étudie les caractéristiques de demande. Ces études ont permis de déterminer qu'au cours des dernières années, pour chaque 1% d'augmentation du prix de l'essence, la consommation a baissé de 0.18 à 0.45% (Friedenberg et Nixon, 1980, p. 32).

En d'autres termes, une élasticité-prix de la demande de −0.18 à −0.45% signifie que si le prix du litre d'essence augmente de 25¢ à 30¢ (une augmentation de 20%), un conducteur canadien moyen, qui consomme normalement 500 litres par an, réduirait sa consommation de 18 à 45 litres par an. Cela ne s'applique bien entendu que si l'automobiliste continue à conduire une voiture ayant le même rendement énergétique, ne change pas ses habitudes de conduite et parcourt une même portion de kilomètres en ville et à la campagne qu'avant. Malheureusement, c'est là une chose difficile à observer dans la pratique car les conducteurs achètent des voitures plus efficaces et changent leurs habitudes de conduite. Qui plus est, les estimations de la sensibilité de la demande aux augmentations de prix ne s'appliquent qu'à une gamme limitée de prix et à des quantités consommées au cours d'années récentes spécifiques, reflétant les préférences et les revenus du moment. Si les prix étaient bien plus élevés ou si les augmentations de prix étaient plus importantes, la réaction pourrait varié considérablement.

notamment ceux à faible revenu ou à revenu fixe. S'il est évident que l'augmentation du prix de certaines marchandises entraîne une réduction de la demande, cela n'est pas aussi prononcé dans le cas de certaines marchandises et la réaction du marché peut être masquée par des changements de revenu et d'autres facteurs. En ce qui concerne les dérivés du pétrole et plus particulièrement l'essence, notre perception de la demande est compliquée par des changements dans les revenus, des changements dans les priorités de dépenses des consommateurs et des changements technologiques. Il a été observé qu'en Europe, où le prix de l'essence est trois ou quatre fois plus élevé qu'au Canada, les gens continuent de conduire et très souvent à des vitesses élevées. Par contre, les automobilistes européens utilisent bien moins de carburant par kilomètre/passager bien qu'on puisse douter qu'il en serait ainsi si le prix réel du carburant en Europe était aussi bas qu'au Canada.

Avec le temps, le parc automobile (ou l'ensemble des systèmes de chauffage ou des équipements industriels) se renouvellera pour réfléter le coût plus élevé de l'énergie. Les constructeurs automobiles ont besoin d'un certain temps pour concevoir de nouveaux moteurs, éliminer le poids superflu et améliorer l'aérodynamisme. De plus, les consommateurs ne vont pas immédiatement échanger une voiture moins efficace pour une qui l'est davantage chaque fois que le prix du carburant augmente, mais ils envisageront probablement l'achat d'une voiture plus petite et d'un meilleur rendement énergétique quand viendra le moment de remplacer leur ancienne voiture. Comme cela s'applique également à d'autres biens durables qui consomment de l'énergie il faudra peut-être attendre plusieurs années avant de remarquer un changement dans les déterminants de la demande. Ainsi donc, à la longue, la réaction de la demande (et de l'offre) aux changements de prix sera plus importante à mesure que les fabricants pourront modifier les conceptions et que les consommateurs incorporeront des technologies plus efficaces dans leur mode de vie.

Le *taux* d'augmentation des prix est un facteur important. Des augmentations peu fréquentes mais élevées ont un effet de choc sur les consommateurs mais ces derniers peuvent par contre s'habituer à des augmentations plus progressives et s'y ajuster. Même après une augmentation brutale des prix, cependant, la demande peut se rétablir du moins partiellement après une réduction initiale du taux de consommation.

Tous les dérivés du pétrole ne sont pas aussi insensibles au prix que l'essence. On a estimé que la consommation du mazout industriel et du carburant pour moteur diesel diminuait d'environ 1.3% chaque fois que le prix augmentait de 1%. Cela est peut-être dû au fait que les industries et les compagnies de transport commercial qui cherchent à faire des profits adoptent plus rapidement des technologies efficaces ou de nouvelles méthodes de production ou de gestion. Il est également possible qu'elles disposent d'un système de contrôle leur permettant de déterminer la consommation et, de là, l'investissement de conservation qu'il faut faire pour compenser les augmentations du prix des combustibles.

Il faut encore une fois insister sur le fait que les estimations de la réaction du consommateur commercial aux prix se limitent à une certaine gamme de prix et de quantités au cours des six dernières années. De plus, la sensibilité au prix est susceptible d'augmenter pour cer-

taines applications énergétiques à très long terme. Dans l'immédiat, les augmentations de prix peuvent avoir un faible impact si les particuliers ne peuvent adopter des technologies plus efficaces.

6. RETARDS DANS L'ADOPTION DE SOLUTIONS DE REMPLACEMENT

Un certain nombre d'énergies de remplacement et de mesures de conservation semblent économiquement viables aujourd'hui. Il faut cependant un certain temps pour qu'une technologie donnée soit mise en place, pour qu'une nouvelle conception devienne communément acceptée ou qu'une pratique devienne largement adoptée. Cela s'explique par un certain nombre de raisons économiques fondamentales, certaines simples, d'autres plus complexes.

Prenons l'exemple d'une maison chauffée par une vieille chaudière au mazout. Il existe sur le marché des systèmes de chauffage d'un meilleur rendement, y compris de meilleures chaudières au mazout. Dans ce cas, pourquoi un grand nombre de maisons sont-elles encore chauffées par de vieilles chaudières alors que les coûts de chauffage augmentent? Ce genre d'équipement relativement coûteux tend à rester en service bien après le moment où leur remplacement commence à sembler souhaitable. L'explication est liée à l'économie des immobilisations.

- Les marchés pour ces biens peuvent être imparfaits. Les renseignements peuvent être insuffisants et une personne peut ne pas être au courant de solutions de remplacement moins chères.
- Les décideurs peuvent ne pas évaluer correctement les avantages du remplacement d'un vieux système peu efficace parce qu'ils ne tiennent pas compte des coûts et des avantages à long terme.
- L'ancien système peut continuer à assurer un service dont la valeur est supérieure à la valeur de récupération ou de reprise du système alors que les exigences normales du système ne justifient pas l'investissement dans un nouveau système.

On peut faire quelque chose pour modifier les deux premiers points en adoptant des politiques appropriées mais le dernier point est une vérité économique caractéristique de toutes les immobilisations. Les conséquences de cette vérité peuvent néanmoins être évitées grâce à des programmes d'encouragement appropriés. Les subventions à la conversion, par exemple, réduisant le coût des services offerts par le nouveau système. Dans les programmes du gouvernement fédéral, on trouve deux exemples de telles subventions: (1) les subventions qui sont offertes aux propriétaires et aux entreprises qui désirent passer du mazout au gaz, à l'électricité ou à des sources d'énergie renouvelables; ces subventions pouvant aller jusqu'à 50% des coûts de conversion pour un maximum de $800; et (2) les subventions aux propriétaires de parcs automobiles, et ce jusqu'à $400 par véhicule, pour effectuer la conversion au propane. Reprenons l'exemple de la vieille chaudière pour mieux illustrer les incidences de ces contraintes. Les Canadiens déménagent souvent et nombre d'entre eux sont locataires. Beaucoup sont donc réticents à investir dans l'isolation thermique et dans un système de chauffage plus efficace parce qu'il est possible qu'ils ne récupèrent jamais la totalité de leurs déboursés. Si c'est la troisième contrainte qui s'applique, le propriétaire et le locataire agissent de façon rationnelle. Il est possible toutefois que le propriétaire ne soit pas totalement au courant des autres systèmes de chauffage disponibles ou qu'il n'évalue pas correctement les avantages d'un nouveau système. A cet égard, la diffusion d'informations sur les solutions de rechange et sur les méthodes d'évaluation des coûts et avantages sur une certaine période de temps, grâce à l'analyse de coût du cycle de vie, permettra d'éliminer les retards dans l'adoption des nouvelles technologies.

Analyse des coûts du cycle de vie

Coût du cycle de vie: le total de tous les coûts pertinents associés à une activité ou à un projet pendant la durée de son analyse, y compris tous les coûts de propriété, d'exploitation et d'entretien. Le cycle de vie est la période allant du début à la fin de l'analyse et pendant laquelle sont calculés les coûts et avantages d'une option donnée. Si les avantages du cycle de vie l'emportent sur les coûts du cycle de vie, le projet est économique désirable.

Quoi qu'il en soit, on doit s'attendre à des retards et en tenir compte dans l'analyse des incidences probables des politiques se rapportant à l'énergie, sinon, on s'expose à être déçu par le rythme d'adoption des nouvelles technologies et des mesures de conservation de l'énergie et, de là, à condamner de bonnes politiques qui ne le méritent pas. Des mesures fermes et des politiques cohérentes nous aideront à assurer le progrès rapide de l'adoption des mesures de conservation et des nouvelles technologies au rendement énergétique supérieur.

Energy and Growth

It is well accepted that the continued availability of energy is crucial for the improvement and even the maintenance of our standard of living. However, because it is also true that the amount of energy that we need to perform tasks is to some extent variable, both demand and supply considerations of all our energy resources deserve attention. The purpose of this section is to investigate the relationship between the production and consumption of energy and economic growth.

1. ENERGY CONSUMPTION AND THE GROSS DOMESTIC PRODUCT

Productivity has increased in Canada, generating more goods and improving services, because the use of capital has expanded as has the use of non-human energy sources. Economic growth has been possible because more plentiful and better resources of all kinds have been made available. With fixed resources and no technological change, there would have been little scope for increasing output. But more skilled labour, better organized production processes, cheap and plentiful energy, specialization of tasks and more efficient machinery all have contributed to growth. Textiles, for instance, no longer come from a labour-intensive cottage industry but instead are produced in automated textile factories which are capable of a much greater output for each worker employed.

As the industrial structure changed over time, the demand for energy grew. The limited energy services provided by wind, water, wood, animals and humans were no longer sufficient. The "new" energy sources answered changing demands for more reliable, plentiful and manageable sources of power and they, in turn, provided the ability to expand output. The process has been self-reinforcing, with output growth demanding energy and energy enabling growth.

Historically, economic growth has required more energy services from different types of sources. The response to changing demand has been an evolving pattern or mix of energy sources which in turn has been influenced by resource availability and by technological progress. These factors have affected the amount of energy used in production and the quantities and kinds of output generated. Consumption patterns for different fuels over time are shown for the United States in Figure 5-4. This illustration shows that the use of fuel wood in the nineteenth century was supplanted by the increased use of coal. Coal's contribution to satisfying U.S. energy needs peaked just after the turn of the century and its decline was offset in turn by the rising importance of crude oil and natural gas.

It is a simple matter to document the changing pattern of energy sources used and the increasing domestic output which has contributed to improved standards of living. However, the relationship between energy consumption and economic growth is not a simple one to uncover. From Table 5-4 it is clear that growth in output has occurred along with increased energy use. While few would say that this relationship is entirely fixed, many question whether growth can continue in an economy where a cheap and abundant source of energy is not available. We are thus approaching a turning point, similar to ones experienced in the past, when a transition will have to be made from one dominant fuel to another. The difficulty of this transition and the length of time it will take depend on many factors, some of which are outlined in this section.

Factors of Production

Factors of production, or inputs, are the productive resources which are used to create goods and services. The inputs can be used in a variety of combinations according to technical constraints and relative input costs.

Land as a factor of production includes not only the land itself but water, natural resources and soil quality. Some have argued that energy should be included as a separate factor of production in order to emphasize its importance.

Capital includes the physical amount (or stock) of factories, transportation systems, buildings, machinery and equipment. Further investments in capital increase the stock of capital.

Labour is the physical capacity of workers which includes their human capital or skills and their knowledge. Managerial ability can be included in the measurement of knowledge and skill.

Énergie et croissance

Il est bien reconnu que des ressources énergétiques continuellement disponibles sont d'une importance cruciale pour l'amélioration et même le maintien de notre niveau de vie. Cependant, comme il est également vrai que la quantité d'énergie nécessaire pour l'exécution de nos tâches peut varier dans une certaine mesure, nous devons considérer toutes nos ressources énergétiques tant sous l'angle de la demande que sous celui de l'approvisionnement. La présente section a pour objectif d'étudier les rapports entre, d'une part, la production et la consommation d'énergie et, d'autre part, la croissance économique.

1. LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE ET LE PRODUIT INTÉRIEUR BRUT

La productivité a augmenté au Canada permettant ainsi de produire davantage de biens et d'améliorer les services du fait que l'utilisation du capital s'est intensifiée, tout comme l'utilisation de sources d'énergie autres que les ressources humaines. La croissance économique a été rendu possible parce qu'on a pu disposer de ressources non seulement plus abondantes, mais également de meilleure qualité. Si les ressources disponibles étaient restées constantes et s'il n'y avait eu aucun changement technologique, il n'aurait pas été possible d'accroître sensiblement la production. Mais la croissance a été favorisée par l'existence d'une main-d'œuvre plus qualifiée, de procédés de production mieux organisés, d'une énergie abondante et bon marché, la spécialisation des tâches et l'utilisation de machines plus efficaces. Les textiles, par exemple, ne sont plus fabriqués par une industrie artisanale exigeant une main-d'œuvre nombreuse mais dans des usines automatisées dont la capacité de production par ouvrier est bien supérieure.

A mesure que la structure industrielle a évolué au cours des années, la demande d'énergie a augmenté. L'énergie limitée fournie par le vent, l'eau, le bois, les animaux et les personnes ne suffisait plus. Les «nouvelles» sources d'énergie ont répondu à la demande de sources d'énergie plus fiables, abondantes et contrôlables qui, à leur tour, ont permis d'accroître la production. Ce processus s'est renforcé de lui-même du fait que la croissance a besoin d'énergie et que l'énergie entraîne la croissance.

Facteurs de production

Les facteurs de production ou intrants sont les ressources productives qui servent à créer des biens et des services. Ils peuvent être utilisés de diverses façons en fonction des contraintes techniques et de leurs coûts relatifs.

En tant que facteur de production, la terre comprend non seulement les terrains mais aussi l'eau, les ressources naturelles et la qualité du sol. Certains ont avancé que l'énergie devait représenter un facteur de production distinct en raison de son importance.

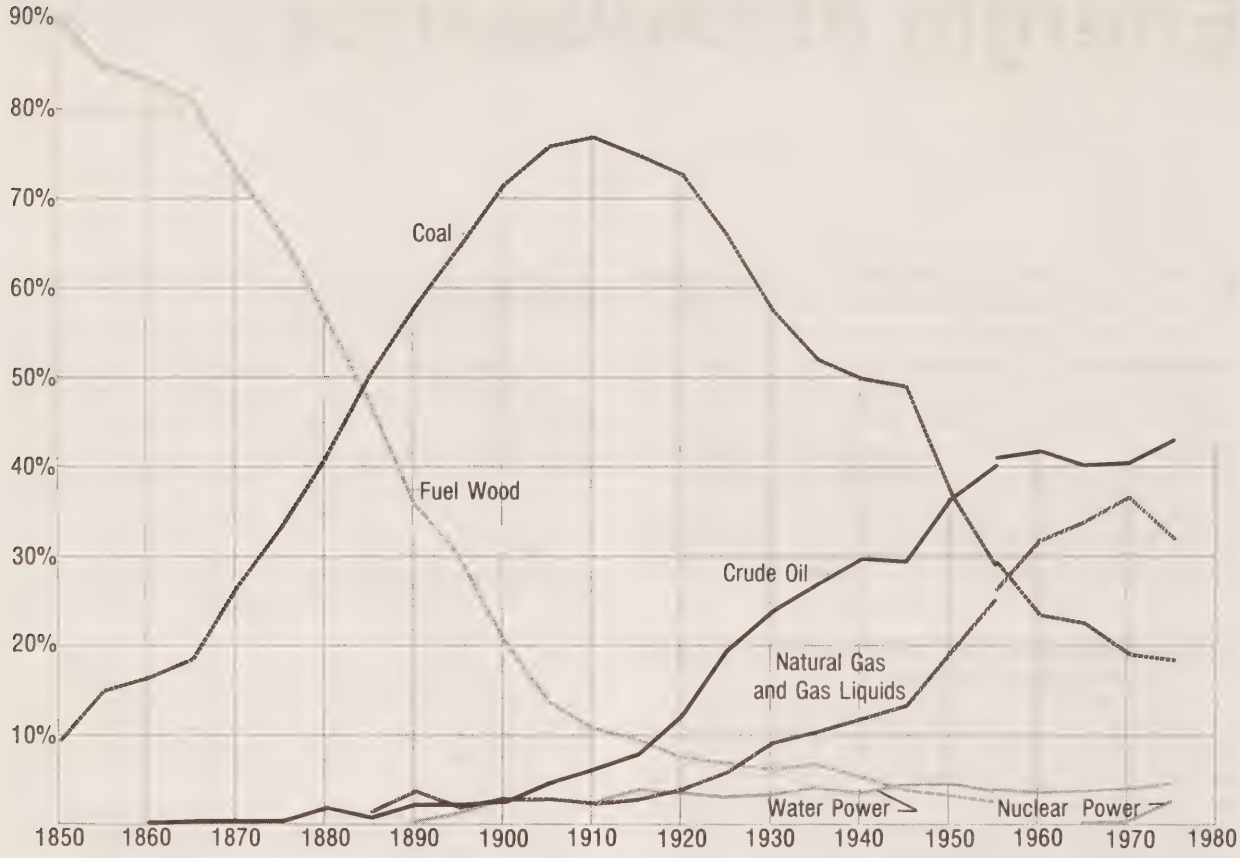
Le capital comprend la quantité physique (ou stock) d'usines, de systèmes de transport, de bâtiments, de machines et d'équipement. Tout investissement supplémentaire fait augmenter le stock de capital.

La main-d'œuvre est la capacité physique des travailleurs et comprend le capital humain ou les aptitudes et connaissances de travailleurs. On peut inclure la capacité de gestion dans la mesure des connaissances et des aptitudes.

Historiquement, la croissance économique a demandé davantage de services énergétiques aux différents types de sources d'énergie. Pour répondre à l'évolution de la demande, il a fallu modifier la structure ou gamme des sources d'énergie qui, à son tour, a subi l'influence de la disponibilité des ressources et des progrès technologiques. Ces facteurs ont modifié la quantité d'énergie utilisée dans la production, ainsi que le volume et la nature de la production. On trouvera à la Figure 5-4 l'évolution à travers le temps de la consommation de divers combustibles aux États-Unis. Comme on peut le voir, le bois, utilisé comme combustible au 19e siècle, fut remplacé par le charbon. L'utilisation du charbon pour satisfaire les besoins énergétiques des États-Unis a atteint son plafond après le début du siècle et son déclin a été compensé par l'importance de plus en plus grande du pétrole brut et du gaz naturel.

Il est facile de documenter la modification de la structure de consommation des sources d'énergie utilisées et l'augmentation de la production intérieure qui a

Figure 5-4: ENERGY FORMS SATISFYING PRIMARY ENERGY DEMAND IN THE UNITED STATES SINCE 1850



Note: The break in the curves in 1955 reflects the slight discrepancies between the two sets of data used to prepare the illustration.

Source: After Rosenberg, 1980, p. 60; and DeGolyer and MacNaughton, 1980, p. 104.

Table 5-4: CANADIAN OIL CONSUMPTION AND REAL GNP, 1972-1979

Year	Domestic Consumption of Refined Petroleum Products (Thousand cubic metres/day)	Real Gross National Product (millions of 1971 dollars)
1972	253.1	100,248
1973	262.8	107,812
1974	269.8	111,678
1975	266.3	113,005
1976	272.5	119,116
1977	277.6	121,949
1978	284.5	126,127
1979	300.9	129,658
Average Annual Growth Rate	2.5%	3.7%

Source: Friedenberg and Nixon, 1980, p. 7.

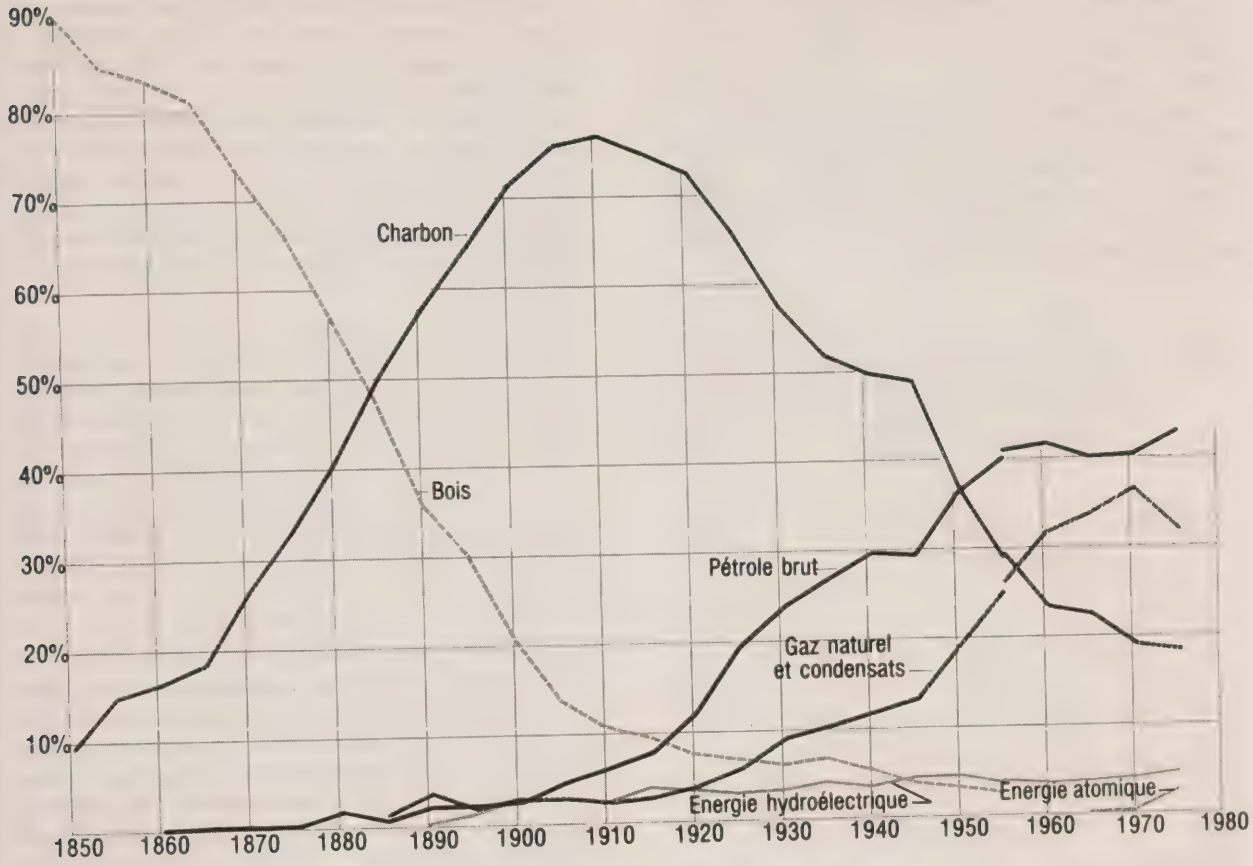
Gross Domestic and Gross National Product

Gross Domestic Product (GDP) is a measure of the value of production of goods and services in the economy. GDP includes all returns on investment within Canada's borders and therefore includes the returns on foreign investment here.

Gross National Product (GNP) is similar to GDP but it excludes the returns on investments in Canada which are received by foreigners and includes the value of goods and services produced by all Canadians whether resident or non-resident.

Other countries without indigenous oil resources faced the changing oil situation much earlier than Canada. Their major way of dealing with more expensive energy was to alter the way they used it. It would seem that they were able to adjust successfully because the

Figure 5-4: LES SOURCES D'ÉNERGIE PRIMAIRE AUX ÉTATS-UNIS DEPUIS 1850



Note: Des ruptures dans l'allure des courbes en 1955 reflètent les légères différences entre les deux séries de données ayant servi à la préparation de l'illustration.

Source: D'après Rosenberg, 1980, p. 60; et DeGolyer et MacNaughton, 1980 p. 104.

contribué à l'amélioration du niveau de vie. Cependant, le rapport entre la consommation d'énergie et la croissance économique n'est pas aussi simple à déterminer qu'on pourrait le penser. D'après le Tableau 5-4, on peut voir que la croissance de la production s'est accompagnée d'une plus grande utilisation d'énergie. Même si peu de gens sont prêts à affirmer que ce rapport est fixe, nombreux sont ceux qui se demandent si la croissance peut se poursuivre dans une économie qui ne dispose pas de sources d'énergie abondantes et bon marché. Nous nous approchons donc d'un tournant semblable à ceux que nous avons connus dans le passé, où il nous faudra passer d'un combustible prédominant à un autre. La difficulté et la durée de cette transition dépendent de nombreux facteurs dont certains sont étudiés dans cette partie.

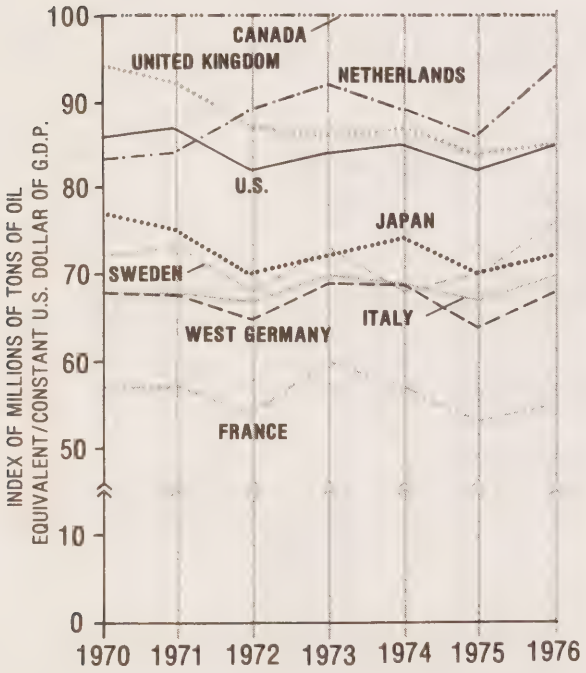
Produit intérieur brut et produit national brut

Le produit intérieur brut (PIB) mesure la valeur de la production des biens et des services dans l'économie. Le PIB comprend tous les rendements des placements à l'intérieur du Canada et comprend donc les rendements sur les placements étrangers au Canada.

Le produit national brut (PNB) est semblable au PIB mais ne comprend pas le rendement des placements faits au Canada, reçu par des étrangers et comprend la valeur des biens et services produits par tous les Canadiens, qu'ils soient résidents ou non.

amount of energy consumed in relation to the value of national output generated has been maintained, (Figure 5-5), while the rate of economic growth was kept at a level at least as great as in Canada and in some cases much higher (Figure 5-6). In fact, in the 1977-1979 period, every other country surveyed in Figure 5-5 enjoyed improved economic growth while Canada, even with cheap oil, continued to suffer from a decline in the growth of real GDP. It appears, therefore, that since other economies can perform healthily on less energy, there must be opportunities in Canada for less energy-intensive methods of production.

Figure 5-5: INDEX OF ENERGY CONSUMPTION PER CONSTANT DOLLAR OF GROSS DOMESTIC PRODUCT IN SELECTED COUNTRIES, 1970-1976



Source: After Slagorsky, 1979, p. 4.

The energy intensities of the economies of Figure 5-5 are reflected in the level of energy use per dollar of Gross Domestic Product while trends in the ratio reflect both a changing energy intensity and possible efficiency gains. Canada does use more energy per dollar of GDP than the other countries shown but it is not appropriate to draw too many conclusions from the comparisons of aggregate energy use among countries simply because this broad measure hides important differences. Energy intensity of the overall economy can be high in comparison with other economies even though energy efficiency may be high as well. This will be the case where there are many industries which require large amounts of energy to produce a given dollar value of output (aluminum smelting being an example). Energy-intensive industries may use technologies which are efficient in their use of energy but the process itself may simply require large amounts of energy. For instance, existing technologies dictate that some 35 megajoules of energy per kilogram of product must be used to produce fertilizer while 200 MJ/kg is necessary in the production of paint (Slesser, 1978).

Other factors also affect levels of energy consumption. Colder and more sparsely populated countries use more energy for heating and transportation purposes. Since resource endowments differ amongst countries, different industrial patterns develop. Canada, with its particular array of natural resources, has developed mineral extraction, smelting and pulp and paper industries which require large amounts of energy. Most importantly though, Canada has a varied and plentiful indigenous supply of energy which has led to more modest energy prices than those characteristic of countries which do not enjoy the same resource abundance.

Aggregate energy/output ratios do, however, have value for indicating the broad performance of Canadian production against that of other countries and they provide clues about where energy-saving opportunities exist. When these ratios are calculated for individual industries, the results are even more useful. An analysis of energy/output ratios for specific industries and sectors in Canada shows that the greatest opportunities for reduced energy use are in the petroleum, crude steel and pulp and paper industries and in the transportation and residential sectors (Slagorsky, 1979). In the transportation sector — where Canadians consume twice as much energy per capita as do the Japanese and Europeans — the most significant potential savings lie in road transport. Although the differences in energy consumption per dwelling among countries are not as significant, savings are also possible in the Canadian residential sector.

Comparisons among nations indicate, therefore, that the energy consumed per unit of output is not necessarily a fixed relationship. This result is an extension of the idea that energy use and output growth have varied historically according to changes in the economic and physical environment. Energy use will evolve in Canada and experience in other industrialized countries is evidence that this change need not be economically destructive.

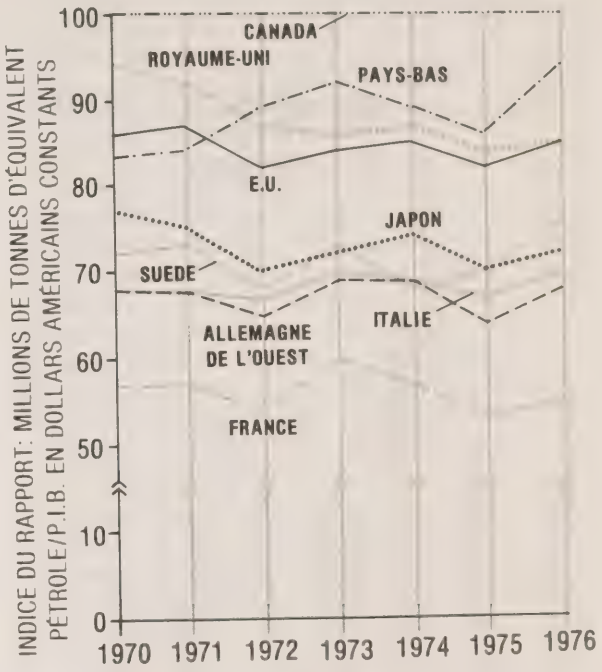
The primary incentive to lower the rate of growth in energy demand in many countries results from their lack of plentiful indigenous energy supplies at a time when oil

Tableau 5-4: CONSOMMATION CANADIENNE DE PÉTROLE ET PNB RÉEL, 1972-1979

Année	Consommation intérieure de produits raffinés du pétrole (en milliers de mètres cubes par jour)	Produit national brut réel (en millions de dollars 1971)
1972	253.1	100,248
1973	262.8	107,812
1974	269.8	111,678
1975	266.3	113,005
1976	272.5	119,116
1977	277.6	121,949
1978	284.5	126,127
1979	300.9	129,658
Taux moyen de croissance annuelle	2.5%	3.7%

Source: Friedenberg et Nixon, 1980, p. 7.

Figure 5-5: INDICE DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE PAR DOLLAR CONSTANT DE PRODUIT INTÉRIEUR BRUT, 1970-1976, POUR CERTAINS PAYS



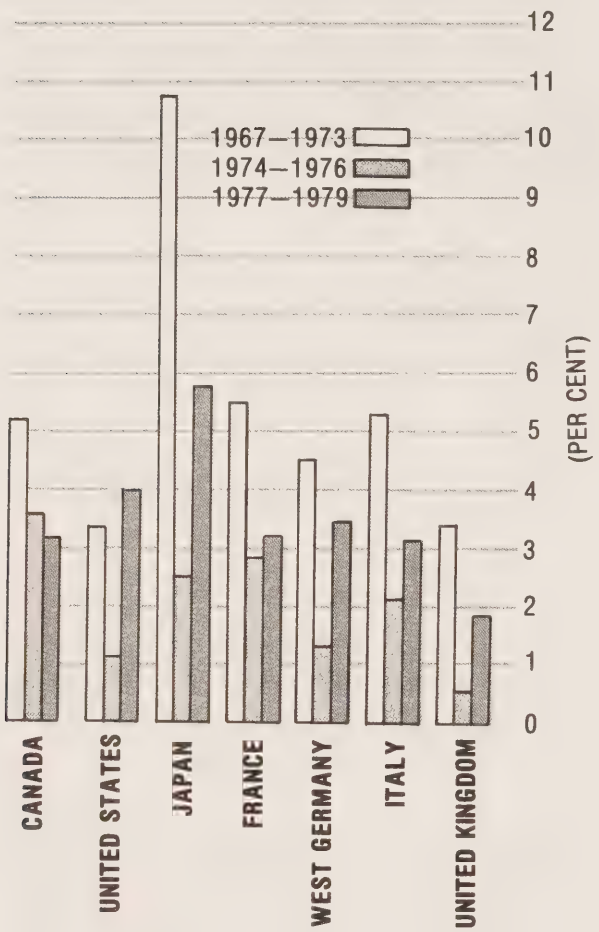
Source: Adaptation de Slagorsky, 1979, p. 4.

D'autres pays qui ne disposent pas de leurs propres ressources pétrolières ont affronté la crise du pétrole bien avant le Canada. Le principal moyen qui s'offrait à eux pour faire face aux coûts accrus de l'énergie consistait à modifier les modalités d'utilisation de l'énergie. Il semble qu'ils ont pu s'adapter avec succès parce que la quantité d'énergie consommée par rapport à la valeur de la production nationale est demeurée à des niveaux inférieurs à ceux que l'on observe au Canada (Figure 5-5). Ces pays ont connu un taux de croissance économique au moins égal à celui du Canada et dans certains cas bien supérieur (Figure 5-6). En fait, dans la période 1977-1979, tous les autres pays étudiés à la Figure 5-5 ont connu une meilleure croissance économique que le Canada qui, même avec son pétrole bon marché, n'a pas cessé d'enregistrer une diminution du taux de croissance du PIB réel. Si d'autres économies peuvent progresser en consommant moins d'énergie, il semble donc que le Canada doit pouvoir utiliser des méthodes de production utilisant moins d'énergie.

L'intensité énergétique des pays énumérés à la Figure 5-5 s'exprime en fonction du niveau d'utilisation d'énergie par dollar de Produit intérieur brut et ce rapport peut à la fois refléter une évolution de l'intensité énergétique et des améliorations sur le plan de l'efficacité. Le Canada consomme davantage d'énergie par dollar du PIB que les autres pays, mais il ne faudrait cependant pas tirer trop de conclusions en comparant la consommation totale d'énergie des pays parce que cette mesure générale peut cacher des différences importantes. L'intensité énergétique de l'économie globale peut être élevée par rapport aux autres économies mais l'efficacité énergétique peut également être élevée. C'est le cas lorsque de nombreuses industries consomment de grandes quantités d'énergie pour réaliser une production d'une valeur donnée (les fonderies d'aluminium en sont un exemple). Les industries à forte intensité énergétique peuvent recourir à des technologies qui utilisent l'énergie efficacement mais il se peut simplement que le procédé de fabrication exige en soi de grandes quantités d'énergie. A titre d'exemple, compte tenu des technologies existantes, il faut environ 35 mégajoules d'énergie pour produire un kilogramme d'engrais alors que dans le cas de la peinture, il en faut 200 MJ/kg (Slesser, 1978).

D'autres facteurs affectent le niveau de la consommation énergétique. Les pays à climat plus froid et à population plus dispersée utilisent davantage d'énergie pour le chauffage et les transports. Les ressources disponibles créent également des différences entre les pays, notamment en ce qui concerne le mode de développement industriel. En raison des ressources naturelles dont il dispose, le Canada a développé des industries comme l'extraction minière, les fonderies et les usines

Figure 5-6: AVERAGE ANNUAL PERCENTAGE CHANGE IN REAL GROSS DOMESTIC PRODUCT, CANADA AND MAJOR OECD COUNTRIES, 1967-1979



Source: After Economic Council of Canada, 1980, p. 8.

prices are rising. In Canada, the relative advantages of energy abundance and low price have sheltered us from international developments and lessened the incentive to conserve energy. On an aggregate basis, Canada is using its cheap and abundant resources relatively more intensively than other resources such as capital and labour. Canadians can certainly use less energy in production in the short run but production costs will rise if more labour and capital must be employed instead.

The degree of total energy savings possible in this country is unclear. It seems that growth can occur with less energy usage — a truly desirable condition — but the relationship between growth and energy consumption has not been clearly uncovered. If, in fact, the long-term growth potential of the economy will be hampered by using less energy (particularly oil) today, then we should be aware of this since we will have to decide whether we were willing to accept smaller real incomes. If we are not willing to lower our income expectations, then investment in alternative sources of energy is urgently needed. Since the resolution of this uncertainty is imperative, *the relationship between energy consumption and economic growth in Canada should be thoroughly investigated.*

2. ENERGY CONSUMPTION BY PRODUCERS

The existing stock of capital in our economy is the result of investment decisions made in circumstances which were quite different from those prevailing today. In the past, as labour became a relatively more expensive input than energy, producers bought energy-intensive rather than labour-intensive machinery and equipment. Unfortunately, Canada is now locked, in the short term at least, into an economy which dictates a high rate of energy use. Nevertheless, producers do have some latitude to reduce energy consumption by varying the way they use factors of production. As examples, labour can be substituted for energy in certain circumstances and, where feasible, cheaper fuels can be substituted for oil.

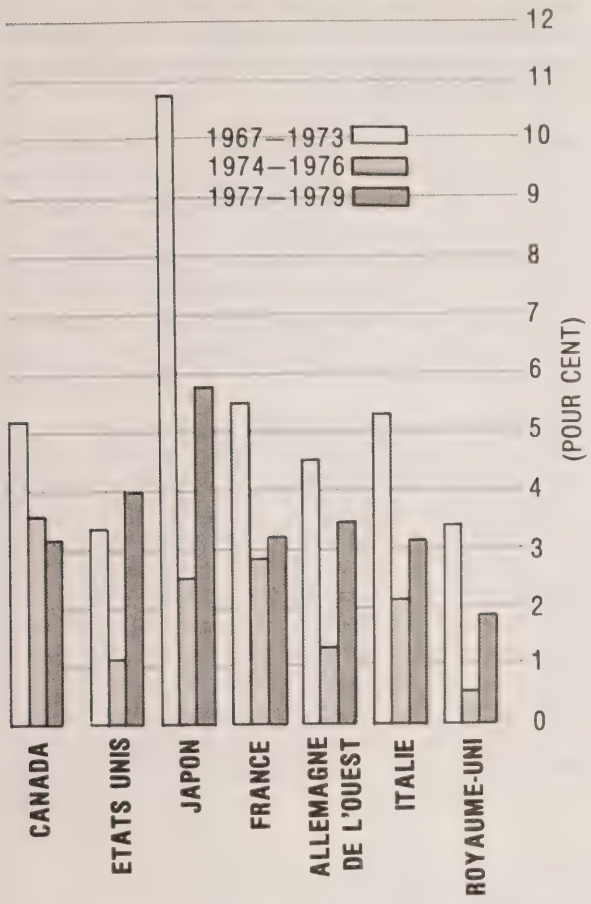
In the longer run, energy demand changes because the total amount, or stock, of energy-using capital changes. When investment decisions are made, producers take into account the expected relative prices and security of energy supplies and they attempt to substitute more energy-efficient capital and labour for energy if changing relative prices and energy security warrant these substitutions. However, the state of technological advancement limits how much capital can be substituted for energy and energy efficiency is only a priority in producers' decisions to the extent that relative prices indicate that it should be.

Burdens of higher energy costs are greatest when substitution possibilities are restricted and energy's share of production costs is high. The result is reduced output, higher costs and inflationary pressure. Far too little work has been done though to identify in any detail the probable long-run impact of higher energy prices in Canada's industrial output. Studies should be done to first indicate how Canada's industrial mix will change as energy becomes increasingly expensive and, secondly, to offer ways of dealing with the change.

3. THE ROLE OF NEW ENERGY SOURCES AND TECHNOLOGICAL CHANGE

If future economic growth were to diminish to a condition of recession as a result of decreased energy use, then the energy strategy would be obvious — energy supply would have to be increased. Even with rigorous energy conservation, we can anticipate a time when energy demand management will no longer bal-

Figure 5-6: POURCENTAGE ANNUEL DE CHANGEMENT DU PRODUIT INTÉRIEUR BRUT RÉEL, CANADA ET PRINCIPAUX PAYS DE L'OCDE, 1967-1979



Source: Adaptation du Conseil économique du Canada, 1980, p. 8.

de pâtes et papiers, qui utilisent de grandes quantités d'énergie. Le fait que le Canada dispose de nombreuses sources d'énergie domestiques différentes revêt toutefois une plus grande importance car cela lui a permis de maintenir les prix de l'énergie à des niveaux inférieurs à ceux des autres pays qui n'ont pas la chance de disposer de ressources énergétiques aussi abondantes.

Les rapports énergie/production sont toutefois d'une certaine utilité car ils permettent de comparer la production canadienne à celle des autres pays et fournissent des indices sur les possibilités d'économie d'énergie. Quand on calcule ces rapports pour chaque industrie, les résultats sont encore plus utiles. L'analyse des rapports énergie/production de certaines industries et de certains secteurs au Canada montre que c'est dans les industries du pétrole, de l'acier brut et des pâtes et papiers ainsi que dans les secteurs des transports et du logement qu'il serait possible de réaliser le plus d'économies d'énergie (Slagorsky, 1979). Dans le secteur des transports où les Canadiens consomment deux fois plus d'énergie par habitant que les Japonais et les Européens, c'est le transport routier qui offre le plus de possibilités d'économie d'énergie. Bien que les écarts de consommation d'énergie par logement entre les pays soient moins importants, il est également possible de réaliser des économies d'énergie dans le secteur résidentiel au Canada.

Les comparaisons entre pays ont montré que l'énergie consommée par unité de production ne s'exprimait pas nécessairement par un rapport fixe. Cette conclusion confirme dans une certaine mesure l'opinion voulant que l'utilisation d'énergie et la croissance de la production aient évolué au fil des ans en fonction des changements enregistrés par les milieux économique et physique. La consommation d'énergie évoluera au Canada et l'expérience des autres pays industrialisés montre que ce changement n'est pas nécessairement préjudiciable à l'économie.

L'absence de sources d'énergie abondantes à une époque où les prix du pétrole augmentent a été l'une des principales cause des mesures adoptées dans de nombreux pays pour encourager une réduction du taux de croissance de la demande d'énergie. Au Canada, les avantages relatifs de l'abondance et du prix peu élevé de l'énergie nous ont écarté des nouveaux développements internationaux et ne nous ont pas encouragé à conserver l'énergie. Dans l'ensemble, le Canada utilise ses ressources abondantes et bon marché plus intensivement que d'autres ressources comme le capital et la main-d'œuvre. Les Canadiens peuvent certainement utiliser moins d'énergie pour la production dans l'immédiat mais les coûts de production augmenteront si l'on doit employer davantage de main-d'œuvre et de capital.

L'importance des économies totales d'énergie que peut réaliser le Canada n'est pas claire. Il semble que l'on puisse enregistrer une certaine croissance en consommant moins d'énergie, ce qui serait désirable, mais l'on n'a pas établi avec certitude le rapport qui existe entre la croissance et la consommation d'énergie. Si l'on devait en fait nuire aux possibilités de croissance de l'économie à long terme en utilisant aujourd'hui moins d'énergie (notamment moins de pétrole) nous devrions en être conscients car il nous faudra alors décider si nous sommes disposés à accepter des revenus réels moins élevés. Si nous ne sommes pas prêts à réduire nos attentes quant à notre revenu, ils nous faut immédiatement investir dans des sources d'énergie de remplacement. Puisqu'il faut à tout prix résoudre cette incertitude, il est nécessaire que le rapport entre la consommation d'énergie et la croissance économique au Canada fasse l'objet de recherches approfondies.

ance the supply-demand equation. Given the long-run physical limitations of conventional energy supply, the development of renewable energy sources is therefore essential and inevitable. Time is the variable.

Existing technology determines the manner in which production takes place. It also places limitations on the growth of the economy. As energy scarcity intensifies, changes in technology are unavoidable. The potential success of these changes and their contribution to overcoming an energy shortfall is unknown.

Canada's most pressing needs are for better information on feedbacks in the economy which involve energy; better market signals to reflect the changing costs of alternatives; and incentives which encourage technological change bearing on energy demand and supply. Easing the substitution of other inputs for energy and reducing the share of energy in total production costs are endeavours which could benefit significantly from new innovations.

2. CONSOMMATION D'ÉNERGIE PAR LES PRODUCTEURS

Dans notre économie, le stock de capital est le résultat de décisions prises dans des circonstances bien différentes de celles que nous connaissons aujourd'hui. Dans le passé, lorsque la main-d'œuvre est devenue un facteur de production relativement plus cher que l'énergie, les producteurs ont acheté des machines et de l'équipement à forte intensité d'énergie plutôt qu'à forte intensité de main-d'œuvre. Malheureusement, le Canada est maintenant prisonnier, du moins à court terme, d'une économie qui exige un taux d'utilisation élevé de l'énergie. Néanmoins, les producteurs peuvent, dans une certaine mesure, réduire la consommation d'énergie en modifiant la combinaison des facteurs de production. Par exemple, on peut dans certains cas substituer la main-d'œuvre à l'énergie et des combustibles meilleur marché au pétrole.

A long terme, la demande d'énergie évolue parce que le stock de capital ou la masse des biens utilisant de l'énergie change. Quand des décisions sont prises en matière d'investissement, les producteurs tiennent compte des prévisions des prix et de la sécurité relatifs aux approvisionnements en énergie et s'efforcent de substituer à l'énergie un capital et une main-d'œuvre plus efficaces sur le plan de l'énergie. Si des changements dans les prix relatifs et si la sécurité énergétique rendent ces substitutions nécessaires. Cependant, les progrès technologiques limitent la quantité de capital que l'on peut substituer à l'énergie et l'efficacité énergétique n'est une priorité dans les décisions des producteurs que dans la mesure où les prix relatifs indiquent qu'elle devrait l'être.

Le fardeau que constituent les coûts plus élevés de l'énergie se fait le plus sentir quand les possibilités de substitution sont réduites et quand la part de l'énergie dans le coût de production est importante. On se retrouve alors avec une production réduite, des coûts plus élevés et des tensions inflationnistes. Il y a eu bien trop peu d'études sur ce sujet pour que l'on puisse déterminer avec précision les conséquences probables et à long terme des prix plus élevés de l'énergie pour la production industrielle du Canada. Il faudrait entreprendre des études d'abord pour déterminer comment évoluera le profil industriel du Canada à mesure que l'énergie sera de plus en plus coûteuse, puis pour offrir les moyens de faire face à cette évolution.

3. LE RÔLE DES NOUVELLES SOURCES D'ÉNERGIE ET DES CHANGEMENTS TECHNOLOGIQUES

Si la croissance économique future devait diminuer au point que l'on connaisse une récession en raison d'une réduction de la consommation d'énergie, la stratégie à adopter serait évidente: il faudrait augmenter les approvisionnements d'énergie. Même au prix d'une conservation rigoureuse de l'énergie, il arrivera un moment où la gestion de la demande d'énergie ne pourra plus maintenir l'équilibre entre l'offre et la demande. Étant donné les limites matérielles des sources d'énergie classique à long terme, la mise en valeur de sources d'énergie renouvelable représente une étape décisive et inévitable. La seule variable est le temps.

La technologie en place détermine de quelle façon s'effectue la production. Elle impose également des limites à la croissance économique. A mesure que l'énergie se raréfie il devient impossible d'éviter les changements technologiques. Par contre, on ignore si ces changements seront fructueux et dans quelle mesure ils permettront de compenser une pénurie d'énergie.

Ce dont le Canada a le plus besoin dans l'immédiat, c'est de s'informer davantage des réactions des milieux économiques aux questions énergétiques, de disposer de meilleurs signaux du marché pour refléter l'évolution des coûts des solutions de remplacement et d'adopter des mesures d'encouragement pour stimuler les changements technologiques agissant sur la demande et l'offre d'énergie. Les innovations permettraient de faciliter le remplacement de l'énergie par d'autres facteurs de production et de réduire la part de l'énergie dans le coût total de production.

Balance of Payments, Energy Trade And Investment

The Canadian economy is frequently under pressure due to the volume of our imports, and rising oil prices have meant even larger payments abroad. A major benefit of developing alternative energy forms in Canada should be a long-term amelioration in balance of payments problems.

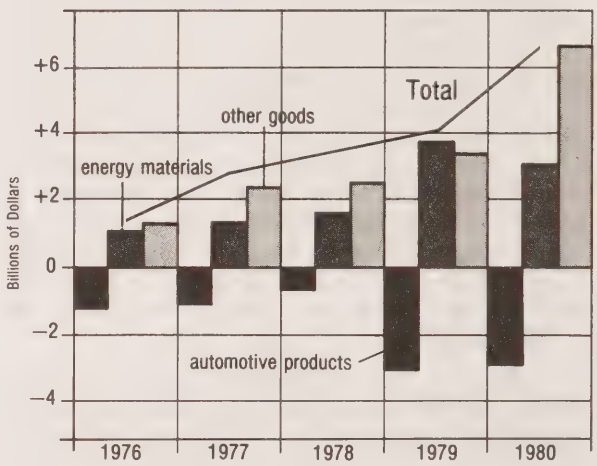
As a trading nation, Canada earns roughly 35% of its income from exporting goods and services. Canada has an energy-intensive economy and although we are a net exporter of energy overall (principally by virtue of natural gas sales in U.S. markets), we are a net importer of crude oil at a rate of about 300,000 barrels per day. The annual cost of these net imports now exceeds $4 billion, having approximately doubled in 1980 from the previous year. The rate at which oil is imported seems certain to increase at least through the mid-1980s.

Canadians purchase large quantities of foreign-made goods such as automobiles, electronic equipment, food, clothing and so on. We sell a combination of food, manufactured goods, semi-processed goods and raw materials. A substantial share of the export revenue needed to finance our imports throughout the 1970s has been provided by energy. Prospects appear good that exports of electricity will continue to grow and exports of natural gas, surplus to forecast domestic needs, will continue into the 1990s under existing contracts. Exports of alternative energy technologies offer yet another possibility for the future.

Balance of payments surpluses and deficits are more than obscure accounting entries. International transactions affect every aspect of our economy and the lives of all Canadians. Properly managed, our trade and foreign investment capital inflows can be advantageous in terms of increasing incomes and maintaining employment. Energy development is a critical part of the balance of payments equation because it is capital intensive in nature and because, traditionally, it has required large amounts of foreign investment.

Canada's current account deficit, as a proportion of GNP, was amongst the highest in the Western World in the late 1970s — despite the fact that our merchandise trade balance was positive and rising during that decade (Figures 5-7 and 5-8). The sale of energy has therefore made an important contribution in offsetting deficits in other goods and services (the deficit in "invisible exports" such as foreign travel is notable). More recently, the decline in the value of the Canadian dollar has helped make Canadian goods more competitive on world markets, and this coupled with a moderation in the growth of imports, generated an impressive merchandise trade surplus in 1980.

Figure 5-7: CANADA'S MERCHANDISE TRADE BALANCE



Source: Bank of Nova Scotia, 1980, p. 2.

Canada has been one of the largest borrowers on international money markets. Our debt service payments to foreigners have more than doubled since the 1950s. Large borrowings in foreign capital markets by provincial crown corporations for investment purposes in the 1970s contributed to a significant increase in debt service payment outflows (which come under the current account).

The deficit on interest and dividend payments to foreigners has continued to grow (Figure 5-8). Thus the strengthening in Canada's trade balance is not necessarily indicative of a medium-term trend towards overall surpluses, especially in light of our medium-term energy needs and the rising cost of foreign petroleum. Foreign

Balance des paiements, commerce de l'énergie et investissements

L'économie canadienne est souvent soumise à des pressions en raison du volume des importations. Par ailleurs, la hausse des prix du pétrole s'est traduite par des paiements plus importants à l'étranger. L'un des principaux avantages qu'on retirerait de la mise en œuvre de nouvelles formes d'énergie au Canada serait une amélioration à long terme de la balance des paiements.

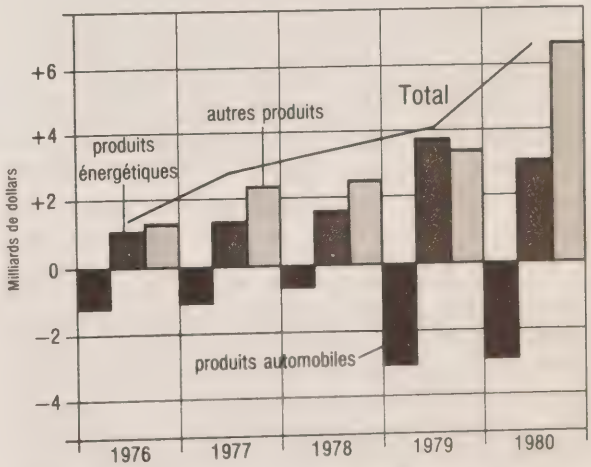
En tant que nation commerçante, le Canada retire près de 35% de ses revenus de l'exportation de biens et de services. L'économie du Canada repose essentiellement sur l'énergie et, bien qu'exportateurs nets d'énergie dans l'ensemble (surtout en vertu de nos ventes de gaz naturel sur les marchés américains), nous sommes des importateurs nets de pétrole brut à raison de 300,000 barils environ par jour. Le coût annuel de ces importations nettes dépasse maintenant $4 milliards et a, en 1980, pratiquement doublé par rapport à ce qu'il était l'année précédente. Le rythme d'importation du pétrole semble certain d'augmenter, du moins jusqu'à la moitié des années 80.

Les Canadiens achètent un grand nombre de produits fabriqués à l'étranger, notamment des automobiles, de l'équipement électronique, des produits alimentaires, des vêtements, etc. Le Canada, quant à lui, vend des produits alimentaires, des biens manufacturés, des matières premières et des matières premières transformées. Pendant toutes les années 1970, l'énergie a été à l'origine d'une partie substantielle des recettes d'exportation indispensables pour financer nos importations. Tout semble indiquer que les exportations d'électricité continueront à augmenter et que les exportations du gaz naturel en excédent de nos besoins se poursuivront dans les années 90 en vertu de contrats existants. L'exportation de la technologie des énergies de remplacement offre une autre possibilité pour l'avenir.

Les excédents et les déficits de la balance des paiements représentent plus que d'obscurs postes comptables. Les transactions internationales affectent chaque aspect de notre économie et la vie de tous les Canadiens. Bien gérés, notre commerce et les rentrées d'investissements étrangers peuvent nous valoir des avantages en augmentant les revenus et en maintenant l'emploi. Le développement de l'énergie est un terme critique de l'équation de la balance des paiements car il est à forte intensité de capital et parce que, de toujours, il a exigé des investissements étrangers importants.

Le déficit actuel du Canada, exprimé en pourcentages du PNB, était l'un des plus élevés du monde occidental vers la fin des années 1970, alors que notre balance commerciale des marchandises était positive et s'est améliorée pendant la même période (voir Figures 5-7 et 5-8). La vente d'énergie a donc compté pour beaucoup pour compenser les déficits dans d'autres biens et services (le déficit dans les «exportations invisibles» comme les déplacements à l'étranger, est important). Récemment, le fléchissement de la valeur du dollar canadien a contribué à rendre les produits canadiens plus concurrentiels sur les marchés internationaux et cela, ajouté à une réduction de la croissance des importations, a produit un excédent impressionnant de notre balance commerciale en 1980.

Figure 5-7: BALANCE COMMERCIALE DU CANADA AU TITRE DES MARCHANDISES



Source: Banque de Nouvelle-Écosse, décembre 1980, p. 2.

Le Canada a été l'un des plus gros emprunteurs sur les marchés financiers internationaux. Depuis les années

capital inflows to finance the development of energy supplies in the 80s and 90s will be advantageous in terms of the overall balance of payments.

What Is Meant by the Terms Balance of Payments and Balance of Trade?

The balance of payments is a summary of all the transactions between Canadians and residents of the rest of the world over a given period of time. The balance of payments is divided into two accounts. The *current account* records the flow of goods and services between Canada and the rest of the world: merchandise imports and exports and non-merchandise transactions such as travel and tourist spending, payments and receipts for business services, interest and dividend payments, and research and development.

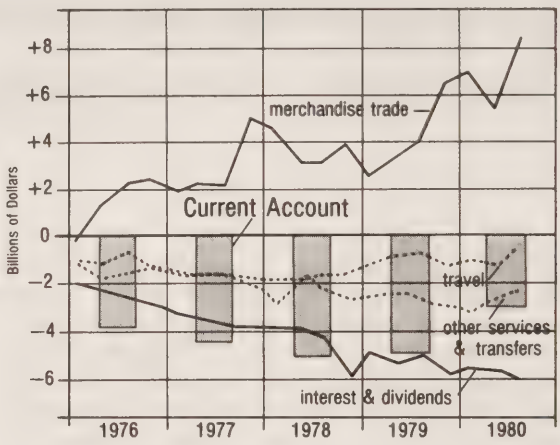
The *capital account* consists of long- and short-term capital flows between Canada and other countries. These flows include direct and portfolio investments, short-term investments such as commercial paper, bank term deposits and certificates of deposit for terms of one year or less, Canadian foreign aid and export credit financing, and other movement of funds. Canada usually imports more capital than it exports. Since payments must balance at zero, the balancing item consists of a reduction in Canada's foreign-exchange reserves or, if Canada has a surplus on its current and capital accounts, an increase in its foreign-exchange reserves.

The balance of trade is the difference between the dollar or money value of a country's exports and imports of merchandise or of goods and services. If a country exports more than it imports, it has a trade surplus; if it imports more than it exports, it has a trade deficit. The balance of trade plays an important role in determining a country's overall balance of payments.
(Source: After Crane, 1980, p. 17)

Recent balance of payments studies which have concentrated on direct conventional energy investment foresee enormous capital requirements for energy development in the short and medium term. Indeed, whether or not alternative energy developments supplant certain conventional energy projects, future capital requirements will be massive. Energy investment may very well be the dominant component of fixed capital investment over the next several decades.

Capital spending in the energy sector in 1979 was 4.5% of Gross National Expenditure (numerically equal

Figure 5-8: CANADA'S EXTERNAL ACCOUNT BALANCES



Source: Bank of Nova Scotia, 1980, p. 2.

to Gross National Product) or 22% of gross capital formation. This is high relative to the resource boom of the 1950s, but capital spending in this sector has not taxed the economy or financial markets since gross capital formation in the economy other than for energy has been weak in the late 1970s.

An energy investment boom may change the picture markedly. Energy investment in the 1990s could reach 9% of GNP and current dollar energy spending in 1990-2000 may increase by more than 40 times over the 1970 level. Historical and projected energy sector spending levels in current dollars are listed as follows (Waddington, 1979):

	Billion Dollars/Year
1970	3.0
1979	11.7
	Annual Average
1980-85	21.7
1986-90	46.5
1991-95	76.7
1995-2000	131.0

Total cumulative capital requirements for energy investment for the period 1979-2000 are forecast at $1.4 trillion. Such seemingly awesome capital requirements, if realized, will certainly place burdens on domestic capital markets, and will necessitate vast foreign capital inflows if the historical percentage of foreign capital investment is maintained.

One forecast suggests that capital markets will provide about 54% ($750 billion) of required energy invest-

50, nos paiements de service de la dette à l'étranger ont plus que doublé. Cette augmentation substantielle dans les sorties de paiements de service de la dette (qui tombent dans le compte courant) est due en partie aux gros emprunts faits sur les marchés étrangers de la finance par les sociétés provinciales de la Couronne à des fins d'investissement au cours des années 70.

Qu'entend-on par balance des paiements et balance commerciale?

La balance des paiements est la synthèse de toutes les transactions entre les Canadiens et des résidents de pays étrangers sur une certaine période de temps. La balance des paiements est divisée en deux comptes. Le *compte courant* enregistre l'échange de biens et de services entre le Canada et le reste du monde: les importations et exportations de marchandises et les transactions comme les dépenses faites au poste des voyages ou du tourisme, les paiements et les recettes pour les services commerciaux, les paiements d'intérêts et de dividendes et la recherche et le développement.

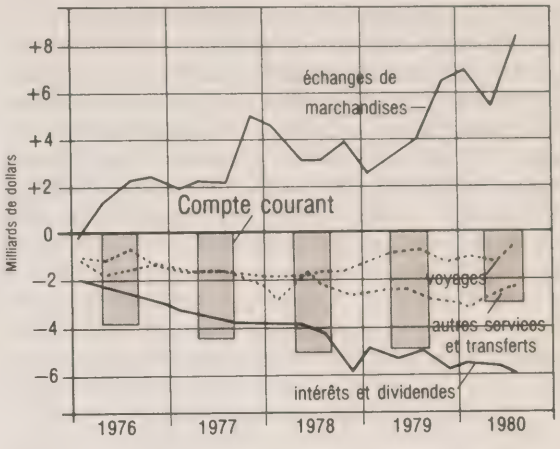
Le *compte de capital* comprend les mouvements de capitaux à long et à court terme entre le Canada et d'autres pays. Ces mouvements englobent les investissements directs et les investissements de portefeuille, les investissements à court terme comme des effets de commerce, des dépôts bancaires à terme et des certificats de dépôt pour des périodes d'un an ou moins, l'aide canadienne à l'étranger et le financement des crédits à l'exportation et autres mouvements de fonds. Le Canada a tendance à importer plus de capitaux qu'il n'en exporte. Comme la position d'équilibre des paiements est zéro, l'élément de contrepartie consiste en une réduction des réserves de devises du Canada ou, si le Canada a un excédent dans ses comptes courant et de capital, en une augmentation des réserves de devises.

La balance commerciale constitue la différence entre la valeur monétaire des exportations et des importations de marchandises, de biens et de services d'un pays. Si un pays exporte plus qu'il n'importe, il a un excédent commercial; s'il importe plus qu'il exporte, il a un déficit commercial. La balance commerciale joue un rôle important dans la détermination de la balance globale des paiements d'un pays.

Source: (D'après Crane, 1980, p. 17)

Le déficit enregistré sur les paiements d'intérêts et de dividendes à des étrangers a continué à s'accentuer

Figure 5-8: BALANCE DES COMPTES EXTÉRIEURS AU CANADA



Source: Banque de Nouvelle-Écosse, décembre 1980, p. 2.

(Figure 5-8). Ainsi, le rétablissement de la balance commerciale du Canada n'indique pas nécessairement une tendance à moyen terme vers des surplus globaux, surtout si l'on tient compte de nos besoins énergétiques à moyen terme et du coût de plus en plus élevé du pétrole étranger. Les entrées de capitaux étrangers pour financer la mise en valeur des approvisionnements d'énergie dans les années 80 et 90 auront un effet favorable sur la balance globale des paiements.

Des études récentes sur la balance des paiements, concentrées sur l'investissement direct dans l'énergie classique, prévoient d'énormes besoins en capitaux pour la mise en valeur de l'énergie à court et à moyen termes. En fait, que des projets d'énergie de remplacement viennent ou non remplacer certains projets d'énergie classique, il faudra à l'avenir une quantité considérable de capitaux. Il se peut fort bien que les investissements dans l'énergie soient un facteur dominant des investissements dans l'équipement au cours des prochaines décennies.

En 1979, les dépenses d'équipement dans le secteur de l'énergie représentaient 4.5% de la dépense nationale brute (numériquement égale au produit national brut), c'est-à-dire 22% de la formation brute de capital. Il s'agit là d'un pourcentage relativement élevé par rapport à l'essor des ressources dans les années 50, mais les dépenses d'équipement dans ce secteur n'ont pas mis à l'épreuve l'économie ou les marchés financiers du fait que la formation brute de capital dans l'économie vers la fin des années 70 avait été faible, sauf dans le secteur de l'énergie.

Un essor des investissements dans l'énergie peut modifier totalement la situation. Dans les années 90, les investissements dans l'énergie pourraient atteindre 9%

ment dollars and the remainder will be raised internally, from operating profits. A significant proportion of this capital will come from foreign sources and thus will flow through Canada's foreign exchange markets and affect our balance of payments. Assuming the historical proportion of domestic to foreign capital, estimates indicate that domestic capital markets will be asked to provide about $400 billion and foreign sources $350 billion. Capital inflows to finance investment from foreign sources may account for nearly 79% of the projected current account deficit in 1979-1990; however, the forecast current account deterioration in the 1990-2000 period may be such that inflows will cover only 67% of the deficit. Thus, a problem may arise in the latter period — keeping interest rates moderate while at the same time encouraging an adequate level of capital inflow.

Capital Markets and Capital Investment

The capital market refers to the various markets in which governments and corporations raise long-term capital. The sources of such capital include pension plans, insurance companies, trust companies and individual investors. The agents through which these savers act include investment dealers, stockbrokers, bond traders, underwriters, trust companies and banks, while the principal institutions include the bond market and various stock exchanges.

Capital investment is the amount of spending in the economy each year to replace worn-out and obsolete production facilities and to increase the productive capacity of the economy. Public capital investment consists of spending on new government buildings, highways, schools, hospitals, and the like. Private capital investment consists of spending by private and crown corporations on new factories, mines, machines and equipment, housing, offices, hotels, refineries, power plants, railways, and so forth.
(Source: After Crane, 1980, p. 46)

In the absence of effective conservation and practical alternative energy forms, Canada could very well be placed in the position of being forced to sell a portion of conventional energy supplies to pay for the development of our oil and gas resources. Some level of export, particularly of gas, is likely to be both necessary and economically wise; however greater benefits may be realized from the sale of alternative energy technologies than from a higher rate of depletion of our conventional energy reserves.

Canada will not be alone in tapping the world's savings for energy development. Demand for capital throughout the world, in what may turn out to be two decades of unprecedented energy development, will contribute to the cost of money (debt servicing). Fortunately for Canadians, capital seeks out safe investments. A well-planned program of energy resource and technological development together with a broad program of conservation is likely to create an investment climate in Canada which will be attractive to both domestic and foreign capital markets. Policies to reverse recent postponements in energy projects such as Esso Cold Lake will thus become increasingly necessary if an adequate conventional/alternative energy system is to be developed.

What benefits might one anticipate in Canada's balance of payments as a result of alternative energy development? Beyond their direct impact on the balance of trade, energy imports and exports have indirect effects on international payments through their influence on employment, investment, the exchange rate and the money supply. Export revenues or import savings from some alternative energy forms may only affect the balance of payments in the short run; others will have permanent impacts.

- Alternate energy forms which replace imported oil will reduce by a corresponding dollar amount payments made to foreign oil producers. Compensation payments to oil importers will be proportionately decreased. Taken in isolation this will have the effect of relieving pressure on the national debt, building confidence in the Canadian economy, improving capital inflows and strengthening the Canadian dollar.
- If complete energy self-sufficiency resulting from conservation and alternative energy development allows a general improvement in the economy, more capital resources will be available for investment in large and small energy projects and for other purposes.
- Development of alternative energy technologies can generate export goods and services, and result in increased exports and investment capital inflows. The Third World may be a particularly important market for Canadian energy technologies suited to decentralized energy systems.
- Development of alternative energy technologies at home will reduce the need to import them. Failure to move ahead aggressively in developing alternative energy technologies will result in falling behind the rest of the industrialized world in the energy technology market.
- A strong Canadian economy which is energy self-sufficient may allow more economic independence and enable this country to pursue policies to reduce its dependence on foreign capital.

du PNB et, entre 1990 et 2000, les dépenses pour l'énergie pourraient, en dollars courants, augmenter de plus de 40 fois par rapport au niveau de 1970. Les niveaux historiques et projetés des dépenses dans le secteur de l'énergie sont indiqués ci-dessous en dollars actuels (Waddington, 1979):

	Milliards de dollars par an
1970	3
1979	11.7
	Moyennes annuelles
1980-85	21.7
1986-90	46.5
1991-95	76.7
1996-2000	131

On estime à 1.4 billion de dollars le total cumulatif des investissements nécessaires dans l'énergie pour la période 1979-2000. Des besoins de capitaux aussi considérables constitueront, s'ils devaient se concrétiser, un fardeau certain pour les marchés financiers nationaux et il faudra faire appel à d'énormes entrées de capitaux étrangers pour pouvoir conserver le pourcentage historique d'investissement étranger.

Une des analyses prédit que les marchés financiers fourniront environ 54% ($750 milliards) des investissements nécessaires et que le reste sera obtenu au sein même du secteur de l'énergie, à partir des profits d'exploitation. Une partie importante de ces capitaux proviendront de sources étrangères, passeront donc par les marchés des devises du Canada et affecteront notre balance des paiements. En supposant qu'on conserve la proportion historique entre le capital national et le capital étranger, on estime que les marchés financiers nationaux devront fournir environ $400 milliards et les sources étrangères $350 milliards. Les entrées de capitaux pour financer les investissements de source étrangère pourraient représenter près de 79% du déficit du compte courant prévu pour 1979-1990, mais la détérioration projetée du compte courant pour la période 1990-2000 pourrait être telle que les entrées ne couvriront que 67% du déficit. Un problème pourrait donc surgir dans cette dernière période: maintenir les taux d'intérêt à un niveau modéré tout en encourageant un niveau suffisant d'entrées de capitaux.

En l'absence d'une politique de conservation efficace et de formes d'énergie de remplacement pratiques, le Canada pourrait fort bien se retrouver dans une situation où il lui faudra vendre une partie de ses réserves d'énergie classique pour financer la mise en valeur de ses ressources de pétrole et de gaz. Une certaine exportation, particulièrement celle du gaz, sera probablement nécessaire, et également prudente sur le plan économique, mais on pourrait retirer plus d'avantages de la vente des technologies des énergies de remplacement que de l'épuisement accéléré de nos réserves d'énergie classique.

Le Canada ne sera pas le seul à rechercher des capitaux pour ses développements énergétiques. La demande de capital dans le monde entier pendant ce qui pourrait être une vingtaine d'années de développements énergétiques sans précédent, contribuera à faire augmenter le coût de l'argent (le service de la dette). Heureusement pour le Canada, les investissements recherchent des placements sûrs. Un programme bien planifié de mise en valeur des ressources énergétiques et de développement technologique, accompagné d'un vaste programme de conservation, ne peut que créer au Canada un climat d'investissement qui attirera à coup sûr les investisseurs canadiens et étrangers. Si l'on veut élaborer un système énergétique classique/de remplacement de bonne tenue, il faudra adopter des politiques permettant de revenir sur certaines décisions récentes d'ajournement de projets énergétiques comme celui d'Esso à Cold Lake.

Marchés financiers et investissements

Le marché financier désigne les divers marchés où les gouvernements et les compagnies empruntent des capitaux à long terme. Au nombre des sources, citons les caisses de retraite, les compagnies d'assurance, les compagnies de fiducie et les investisseurs particuliers. Ces épargnants agissent par l'intermédiaire d'agents comme des agents d'investissement, des courtiers de bourse, des négociants en obligations, des agents d'assurance, des compagnies de fiducie et des banques et les principaux établissements comprennent le marché des obligations et les diverses bourses.

Les investissements sont les dépenses engagées chaque année dans l'économie pour remplacer des installations de production usées et désuètes et augmenter la capacité de production de l'économie. Les investissements publics comprennent les dépenses engagées pour les édifices du gouvernement, les routes, les écoles, les hôpitaux, etc. Les investissements privés comprennent les dépenses engagées par les compagnies privées ou les sociétés de la Couronne pour des usines, mines, machines et équipement, logements, bureaux, hôtels, raffineries, centrales, voies ferrées, etc.

Source: (D'après Crane, 1980, p. 46)

Quels avantages espère-t-on retirer, pour la balance des paiements du Canada, de la mise en valeur des énergies de remplacement? En plus de leurs effets

- Alternative energy technologies may not have the political or strategic problems associated with the export of nuclear technology.

Canada has the potential to achieve energy self-sufficiency almost across the board in the next decade. This could occur through rapid development of frontier oil resources, the tar sands, alternative energy forms and by aggressively pursuing conservation. Studies undertaken by the Committee indicate that a range of benefits will be derived from achieving petroleum self-sufficiency in particular. They may, however, require ten or more years to become fully realized in the economy.

In assessing the balance of payments effects of a policy of energy self-sufficiency, it is important to distinguish between long-run and short-run consequences. The more self-sufficient in energy Canada is, the more likely it is that the current account balance will be stronger towards the end of the decade although during the interim period, spending on foreign goods out of income derived from energy investment could weaken the current account balance. (Income from direct and indirect employment associated with developing conventional and alternate energy resources will be spent by workers on imported as well as domestic goods and services.) Furthermore, the achievement of self-sufficiency in all energy forms will help insulate the Canadian trade balance from the effects of high world oil prices. In the absence of the development of major conventional and alternative energy projects, our trade balance could be much less favourable and much more volatile.

Estimates indicate that complete energy self-sufficiency would strengthen the Canadian dollar in the long run. Nevertheless, as with the trade account balance, the economic activity which would be associated with a drive toward self-sufficiency in the early part of the decade could weaken the dollar. Unfortunately, this may be part of the cost of achieving self-sufficiency in energy. This might not be the case, however, if Canada received large capital inflows to support energy development. Self-sufficiency would also protect this country from world oil price shocks. A strengthened dollar would mean reduced import costs towards the end of the decade, although too strong a dollar would dampen export sales.

The overall implication of energy self-sufficiency is difficult to discern with clarity. At the very least, however, this brief discussion has demonstrated the complexity of the international sector of our economy with respect to energy. Failure to curb our costly petroleum imports will certainly result in highly undesirable energy trade and current account deficits in the near future.

directs sur la balance commerciale, les importations et exportations d'énergie ont des effets indirects sur des paiements internationaux en raison de leur influence sur l'emploi, l'investissement, le taux de change et l'offre monétaire. Les recettes d'exportation ou les épargnes d'importation dues à des formes d'énergie de remplacement peuvent n'affecter la balance des paiements qu'à court terme. D'autres peuvent avoir des effets plus permanents.

- Les formes d'énergie de remplacement qui se substituent au pétrole importé réduiront d'un montant correspondant les paiements versés aux producteurs de pétrole étrangers. Les versements d'indemnisations aux importateurs de pétrole diminueront en proportion. Prise isolément, cette évolution pourra avoir pour effet de diminuer la dette nationale, de donner confiance en l'économie canadienne, d'améliorer les entrées de capitaux et de renforcer le dollar canadien.
- Si l'autosuffisance énergétique totale résultant de la conservation et de la mise en valeur des énergies de remplacement permet une amélioration générale de l'économie, on disposera de plus de capitaux pour investir dans de petits ou grands projets d'énergie ou dans d'autres projets.
- La mise en place de technologies de l'énergie de remplacement peuvent engendrer des exportations de biens et de services et se traduire par davantage d'exportations et d'entrées de capitaux d'investissement. Le tiers-monde peut constituer un important marché pour les technologies énergétiques canadiennes convenant à des systèmes d'énergie décentralisés.
- La mise au point de nouvelles technologies énergétiques au Canada réduira la nécessité d'en importer. Une intervention insuffisamment vigoureuse pour la mise au point des technologies de l'énergie de remplacement signifierait pour le Canada un recul, par rapport aux autres pays industrialisés, sur le marché des technologies de l'énergie.
- Une économie canadienne forte qui serait autosuffisante sur le plan de l'énergie donnerait une plus grande indépendance économique au Canada et permettrait à celui-ci de poursuivre ses politiques visant à réduire sa dépendance des capitaux étrangers.
- Les nouvelles technologies énergétiques ne poseront peut-être pas les problèmes politiques ou stratégiques reliés à l'exportation de la technologie nucléaire.

Le Canada a les moyens de devenir complètement autosuffisant en énergie au cours des dix prochaines années. Cette autosuffisance pourrait être obtenue grâce à la mise en valeur rapide des ressources pétrolières des régions pionnières, des sables bitumineux et des nouvelles formes d'énergie et à la poursuite dynamique de la conservation. Les études faites par le Comité indiquent que l'autosuffisance, notamment dans le cas du pétrole, pourrait nous valoir toute une gamme d'avantages. Il faudra toutefois attendre probablement une dizaine d'années ou plus avant d'en sentir les effets complets dans l'économie.

Quand on désire évaluer les effets d'une politique d'autosuffisance énergétique sur la balance des paiements, il est important de faire la distinction entre les conséquences à long terme et les conséquences à court terme. Plus le Canada sera autosuffisant sur le plan de l'énergie, plus il est probable que la balance du compte courant se raffermisse vers la fin de la décennie mais, en attendant, les dépenses en marchandises étrangères à partir des revenus dérivés des investissements dans l'énergie pourraient affaiblir la balance du compte courant. (Les revenus dérivés de l'emploi direct ou indirect associé à la mise en valeur des ressources énergétiques classiques et de remplacement seront dépensés par les travailleurs sur des biens et services étrangers ainsi que canadiens.) Qui plus est, l'obtention de notre autossuffisance énergétique aidera à protéger la balance commerciale du Canada contre les effets des prix élevés du pétrole dans le monde. En l'absence du développement de grands projets d'énergie classique et de remplacement, notre balance commerciale pourrait être dans une situation bien moins favorable.

Les estimations indiquent qu'une autosuffisance énergétique totale renforcerait à long terme le dollar canadien. Néanmoins, comme dans le cas de la balance du compte commercial, l'activité économique associée aux efforts visant à l'autosuffisance pourrait affaiblir le dollar dans la première partie de la décennie. C'est malheureusement un prix qu'il nous faudra peut-être payer pour devenir autosuffisants en énergie. Cela pourrait cependant ne pas être le cas si le Canada reçoit d'importantes entrées de capitaux pour appuyer ses projets de mise en valeur de l'énergie. L'autosuffisance pourrait également protéger le Canada contre les bonds soudains du prix mondial du pétrole. Un dollar plus fort se traduirait par des coûts d'importation moins élevés vers la fin de la décennie mais un dollar trop fort aurait pour effet de réduire nos ventes à l'exportation.

Il est difficile de discerner clairement les incidences globales de l'autosuffisance énergétique mais, grâce à cette discussion, nous aurons du moins montré la complexité du secteur international de notre économie en ce qui concerne l'énergie. Si nous ne parvenons pas à réduire nos coûteuses importations de pétrole, cela aura certainement des effets très négatifs sur notre balance commerciale et sur notre compte courant dans un proche avenir.

Energy And Employment

Changes in the intensity of commercial and industrial energy use together with shifts in energy consumption patterns have implications for employment in Canada. While some have advocated the development of alternative energy sources and the promotion of conservation for the express purpose of creating employment, others regard the employment effects of energy policy as secondary. The Committee believes that a more thorough understanding of the relationship between energy and employment is essential and this section discusses some of the issues involved.

Full employment is an important target in developed economies. Conflicts arise, however, because full employment is only one of many societal goals: controlling inflation, promoting industrial development and equitable distribution of income among people and regions, and achieving energy self-sufficiency are examples of others. Unfortunately, the simultaneous attainment of these objectives continues to elude both governments and the natural workings of the economy.

Our economy depends upon plentiful energy. With energy being a vital input to production, changes in its use, supply, price and type influence market reactions and, therefore, the employment of labour. Beyond this, government policy and altered consumer tastes concerning energy use can also affect employment. These interactions are discussed here.

Increased economic activity generally has the effect of increasing the demand for labour. Increasing energy prices tend, however, to have a depressing effect on labour activity because as the costs of production rise, output cutbacks generally follow. Nevertheless, even in the short run, labour is often substituted for energy when the price of the latter rises. This may well result in a net positive effect on overall employment even if output levels fall. In the longer run, if industries can substitute other inputs for more expensive energy, output levels, and consequently employment, may not necessarily fall. If, on the other hand, the longer-run effect of higher energy prices is reduced economic growth, then employment may decline simply because aggregate productive capacity is reduced.

At the level of the consumer, other goods will be substituted for energy as its cost increases. For instance, people will insulate homes if this is cheaper over time than spending more on space heating. Substituting insulation for energy stimulates the insulation industry and bolsters its associated employment. There is evidence to support the view that the positive effects of energy-saving options on labour more than offset labour losses in the replaced energy supply industries. This is not to say though that disruptions within the total labour market will not occur.

In the auto industry we are witnessing sales reductions, production cut-backs and employee lay-offs occurring at least partially in response to changes in the demand for energy. The main cause of the demand change in Canada though is probably attributable to rising costs for automobiles themselves and to changes in consumer tastes, because the real price of domestic gasoline has remained relatively stable over the last decade. Regardless of whether the reduction in demand for the typical, large North American automobile is in response to the rising cost of fuel, to the cost of the car itself or to preference changes, adjustment is hindered by the inflexibility of the automobile production process. Such rigidities lead inevitably to employment losses.

It is possible to substitute labour for energy in transportation by walking and bicycling, or it is possible to produce vehicles very labour-intensively (as is done in Rolls Royce production), but these solutions are costly in time, convenience and dollars.

On the other hand, if energy prices continue increasing, the energy supply industries will be stimulated and employment in that sector will expand. More oil and gas wells will be drilled, additional tar sands plants will be considered and the development of alternatives to conventional oil will be encouraged.

Decentralized energy options lead to regionally dispersed benefits in employment. For some areas the net employment benefits are clearly positive because an industry develops where no activity existed before. This improves local economic conditions and stimulates local growth. The overall effect, when total Canadian employment effects are weighed, is not so clear however. Regional employment gains must be measured against real income losses if the decentralized industry provides energy which costs more than energy obtained from a

L'énergie et l'emploi

Les changements dans l'intensité de l'emploi commercial et industriel de l'énergie, ajoutés aux changements dans les types de consommation d'énergie se répercutent sur l'emploi au Canada. Tandis que certains ont préconisé la mise en œuvre de nouvelles sources d'énergie et la promotion de la conservation dans le but exprès de créer de l'emploi, d'autres considèrent que les effets de la politique énergétique sur l'emploi ne sont que secondaires. Le Comité estime qu'il est essentiel de bien comprendre le rapport qui existe entre l'énergie et l'emploi. On trouvera ci-après une discussion des questions soulevées à cet égard.

L'élimination du chômage est l'un des principaux objectifs des pays économiquement développés. Il se produit toutefois des conflits parce que l'élimination du chômage n'est pas le seul objectif social. La maîtrise de l'inflation, la promotion du développement industriel, la répartition équitable des revenus entre les particuliers et entre les régions et l'autosuffisance énergétique sont autant d'autres objectifs poursuivis. Malheureusement, la réalisation simultanée de ces objectifs continue à échapper tant aux gouvernements qu'aux forces naturelles de l'économie.

Notre économie dépend d'une abondance d'énergie. L'énergie étant un facteur de production vital, tout changement dans son utilisation, son approvisionnement, son prix et sa nature influence les méthodes de production et, partant, l'emploi de la main-d'œuvre. En plus de cela, tout changement dans les goûts des consommateurs qui affecte l'utilisation de l'énergie influe également sur l'emploi. On discutera ici de ces interactions.

L'augmentation de l'activité économique a généralement pour effet d'augmenter la demande de main-d'œuvre. Par contre, l'augmentation du prix de l'énergie a tendance à avoir un effet défavorable sur l'activité de la main-d'œuvre parce que, comme les frais généraux augmentent, la production doit obligatoirement diminuer. Néanmoins, la main-d'œuvre remplace souvent l'énergie quand le prix de l'énergie augmente, notamment à court terme. Cela se traduit par des retombées favorables sur la situation globale de l'emploi, même si les niveaux de production baissent. A plus long terme, si les industries peuvent substituer à l'énergie d'autres facteurs de production, il se peut que les niveaux de production et donc l'emploi ne connaissent pas de baisse. Par contre, si l'effet à long terme des prix plus élevés de l'énergie est une croissance économique réduite, le taux d'emploi risque de diminuer pour la simple raison que la capacité globale de production sera réduite.

Au niveau du consommateur, l'énergie dont le prix augmente sera remplacée par d'autres produits. On procédera par exemple à l'isolation des maisons si cette mesure s'avère à long terme plus économique que d'avoir à dépenser de plus en plus pour le chauffage. Le remplacement de l'énergie par l'isolation stimule l'industrie de l'isolation et donc l'emploi dans ce secteur. Certains faits confirment la théorie selon laquelle les effets positifs des options d'économie énergétique sur la main-d'œuvre font plus que compenser les pertes d'emplois associées aux industries d'approvisionnement énergétique. Néanmoins, cela ne veut pas dire que le marché global du travail ne s'exposera pas à des perturbations.

Dans l'industrie automobile, nous avons assisté à des réductions des ventes, des réductions de la production et des mises à pied causées, du moins partiellement, par des changements dans la demande d'énergie. Au Canada toutefois, il est probable que la principale cause du changement dans la demande soit l'augmentation du prix des automobiles et des changements dans les goûts des consommateurs, parce que le prix réel de l'essence est resté relativement stable au cours des dix dernières années. Que la réduction de la demande pour les grosses automobiles nord-américaines soit due à la hausse du prix du carburant, au coût de l'automobile elle-même ou à un changement dans les préférences, l'adaptation est rendue difficile par le manque de souplesse des procédés de fabrication de l'industrie automobile. Une telle rigidité conduit inévitablement à des pertes d'emplois.

Dans le domaine des transports, il est possible de remplacer l'énergie par le travail humain en encoura-

centralized source. Employment gains in one region, or in one market sector, will be matched to some extent by losses elsewhere.

The encouragement of the conventional energy sector also has a local employment impact when a large project is undertaken in an area which does not already have the population or the infrastructure to support development. While it is true that the local economy temporarily benefits from the growth and income generation resulting from the project, severe and costly disruptions can also occur. The costs of sudden and specific labour force demands can spread across the country as the need for those workers skilled in particular trades rises and wages are pushed up — demands in one area affect the labour force balance and employment costs in other regions. There are also labour skill implications because the demand may exceed the supply of specific kinds of labour.

Labour is not perfectly mobile across Canada and not all workers have the skills which are in demand. These two problems contribute to the disruptions and costs associated with large, centralized energy projects. After the "boom" in local growth associated with the construction period, there is the danger of a "bust" when the specialized workforce moves on. The demand strains associated with the bunching of large projects can also exacerbate inflation.

The appeal of decentralized energy supply is obvious — the labour market costs associated with large projects disappear. The benefits of the economies of scale which accrue to large projects are lost with decentralized development, however.

Well-planned, large projects can be economically stimulating during recessions. The tar sands plants planned for the late 1980s can be expected to counteract any recessionary tendencies existing then, and the benefits of improved economic activity will undoubtedly spill over to the labour market.

Energy policy affects employment by changing the pattern of market activities. If nonconventional energy supply is encouraged, employment gains are promoted in these new industries but moderated in conventional energy supply industries. The net employment effect of such a policy is consequently unclear. The effects of energy conservation policies are similarly complex. Research done on the employment effects of conservation policies indicates that initially there are greater employment gains in conservation industries than there are employment losses in energy supply industries. The net gain, however, may be in lower-wage jobs. There is some doubt that long-run growth can continue with a strict energy conservation policy.

Tax incentives which promote activity in the petroleum industry are really an indirect subsidy which enhances employment. Similarly, incentives for the development of alternative energy sources and technologies can stimulate employment. Price setting can have the same effect — regulations which maintain high energy prices (such as those put into effect in the 1960s for the Western Canadian oil industry) encouraged growth and stimulated employment. On the other hand, enforcing low energy prices can depress activity and therefore employment in the energy sector.

Government employment policy has a role to play in improving labour market flexibility. The better-prepared the labour force is to respond to higher energy prices, increased alternative energy supplies and energy-efficient technologies, the better-off all Canadians will be. It is thus incumbent on government and industry to identify future skill requirements, to encourage and undertake necessary training procedures, to aid in making labour more mobile and to attempt to reduce occupational barriers. This applies to the conventional energy sector, the evolving alternative energy supply industries, the industrial sector which will be providing more energy-saving technologies and, indeed, all industry. In any event, *coping with employment effects, not aiming at creating jobs, should be the major employment concern in formulating energy strategy.*

As the attitudes and goals of society change, consumers will alter the types of services they demand. With energy efficiency and energy self-sufficiency gaining prominence at a time in Canada's economic development when concern about quality of life is becoming more and more important, the kinds of goods and services which are demanded will change to reflect these goals. These changes will be followed by the alterations in production made to meet consumer desires. As this latter development progresses, employment patterns will also be affected. Industries likely to expand will be those whose products complement altering tastes.

Canada's economic structure is undergoing modification which extends well beyond the energy sector. Employment patterns, labour participation rates and the whole industrial structure are changing as the economy and society in general evolve. The high-technology revolution, for instance, is likely to make our industrial sector less energy intensive than it is now. The growing emphasis on the service sector will also reduce energy intensity without a reduction in labour intensity. Job sharing, the substitution of communication for transportation, and similar innovations will lead to energy/output relations which are based on very different circumstances than those prevailing today.

geant les déplacements à pied ou en bicyclette ou bien il est possible de produire des véhicules avec une forte intensité de main-d'œuvre (comme c'est le cas pour la production de Rolls Royce) mais ces solutions coûtent cher en temps, en commodité et en dollars.

D'un autre côté, si les prix de l'énergie continuent d'augmenter, les industries de l'approvisionnement énergétique seront stimulées et l'emploi connaîtra un certain essor dans ce secteur. On procédera au forage d'un plus grand nombre de puits de pétrole et de gaz, on envisagera la construction d'installations supplémentaires pour le traitement des sables bitumineux et on encouragera la mise en valeur des formes d'énergie pouvant remplacer le pétrole.

La décentralisation des options énergétiques se traduit par des avantages plus régionalisés sur le plan de l'emploi. Dans certaines régions, les avantages d'emploi nets sont clairement positifs parce qu'une industrie s'implante là où il n'y avait aucune activité auparavant. Les conditions économiques locales s'en trouvent améliorées et la croissance locale s'en trouve stimulée. Cependant, quand on considère l'ensemble des effets sur l'emploi au Canada, il est difficile de déterminer l'incidence globale. L'amélioration régionale de l'emploi doit être évaluée en fonction des pertes de revenu réelles si l'industrie décentralisée fournit de l'énergie qui coûte plus cher que l'énergie provenant d'une source centralisée. L'augmentation de l'emploi dans une région ou dans un secteur du marché sera compensée dans une certaine mesure par des pertes d'emplois ailleurs.

L'encouragement du secteur de l'énergie classique a également des incidences locales sur l'emploi lorsqu'un projet de grande envergure est réalisé dans une région qui ne dispose pas d'une population et d'une infrastructure suffisantes pour soutenir le développement. S'il est vrai que l'économie locale bénéficie temporairement de la croissance et de la production de revenus à la suite du projet, il peut également se produire des perturbations graves et coûteuses. Les coûts associés aux demandes de main-d'œuvre soudaines et spécifiques peuvent se répercuter sur l'ensemble du pays au fur et à mesure qu'augmentent la demande et les salaires d'une main-d'œuvre qualifiée. Les demandes dans une région perturbent l'équilibre de la main-d'œuvre et des salaires dans d'autres régions. Il peut également y avoir des incidences sur la qualification de la main-d'œuvre car dans certains corps de métier, la demande peut dépasser l'offre.

La main-d'œuvre n'est pas parfaitement mobile au Canada et tous les travailleurs n'ont pas les qualifications recherchées. Ces deux problèmes contribuent aux perturbations et aux coûts associés aux grands projets énergétiques centralisés. Après la poussée de croissance locale qui accompagne la période de construction on risque le danger d'une dislocation économique quand la main-d'œuvre spécialisée s'en va. Les contraintes de la demande associées à la centralisation des gros projets peuvent également attiser l'inflation.

L'attrait d'un approvisionnement énergétique décentralisé est évident: on n'a pas à supporter les coûts de main-d'œuvre associés aux gros projets. Par contre, on perd, avec la décentralisation, les économies d'échelle dont bénéficient les grands projets.

En période de récession, les grands projets sainement planifiés stimulent l'économie. On peut s'attendre à ce que les usines de traitement des sables bitumineux prévues pour la fin des années 80 compenseront sans doute toute tendance à la récession qui pourrait se manifester pendant cette période et les avantages d'une activité économique améliorée s'étendront sans conteste au marché du travail.

Les politiques d'énergie affectent l'emploi en changeant les caractéristiques des activités du marché. Si on encourage l'exploitation de nouvelles sources d'énergie, on augmente le nombre d'emplois dans ces nouvelles industries mais on tend à modérer l'emploi dans les industries de l'énergie classique. On ne sait donc pas vraiment quel est l'effet net de ces politiques sur l'emploi. De même, les effets des politiques de conservation de l'énergie ne sont pas simples. Les recherches effectuées sur les effets des politiques de conservation sur l'emploi indiquent qu'au début, les gains dans les industries de conservation l'emportent sur les pertes dans les industries de l'énergie. Par contre, le gain net peut se faire sentir dans les emplois à salaire moins élevé. Il n'est pas certain que la croissance à long terme puisse continuer avec une politique rigide de conservation de l'énergie.

Les mesures fiscales destinées à promouvoir l'activité dans l'industrie du pétrole constituent en fait une subvention indirecte qui valorise l'emploi. De même, les encouragements donnés au développement de sources et de technologies d'énergie de remplacement peuvent stimuler l'emploi. La fixation des prix peut avoir le même effet. Les règlements qui maintiennent des prix d'énergie élevés (comme ceux appliqués dans les années 1960 pour l'industrie pétrolière de l'ouest du Canada) ont encouragé la croissance et stimulé l'emploi. Par contre, l'imposition de prix de l'énergie peu élevés peuvent entraîner une baisse de l'activité et donc de l'emploi dans le secteur de l'énergie.

La politique gouvernementale en matière d'emploi doit intervenir pour accentuer la souplesse du marché du travail. Mieux la main-d'œuvre sera préparée à répondre à des prix plus élevés de l'énergie, à des approvisionnements plus abondants en énergies de remplacement et à des technologies efficientes sur le plan

énergétique, mieux tous les Canadiens s'en trouveront. Il incombe donc au gouvernement et à l'industrie de déterminer quelles compétences seront en demande demain, d'encourager et d'entreprendre les programmes de formation nécessaires, d'aider à rendre la main-d'œuvre plus mobile et d'essayer de réduire les barrières entre les professions. Cela s'applique au secteur de l'énergie classique, aux nouvelles industries des énergies de remplacement, au secteur industriel qui fournira de nouvelles technologies destinées à économiser l'énergie et en fait à l'ensemble de l'industrie. Quoi qu'il en soit, les incidences non créatrices d'emplois sur le marché du travail devraient être la principale préoccupation dans la formulation d'une stratégie énergétique.

A mesure que changeront les attitudes et les buts de la société, les consommateurs demanderont des types de services différents. Maintenant que l'efficience et l'autosuffisance énergétique prennent plus d'importance à une période du développement économique du Canada où la qualité de la vie devient un facteur de plus en plus important, le genre de biens et de services qui sont demandés changera pour refléter ces buts. Ces changements seront suivis par des modifications dans la production destinés à satisfaire les désirs des consommateurs. A mesure que cela se déroulera, l'emploi sera également affecté. Les industries les plus susceptibles de prendre de l'expansion sont celles qui répondront par des produits qui correspondront aux nouveaux goûts.

La structure économique du Canada subit des modifications qui vont bien au-delà du secteur de l'énergie. Les caractéristiques de l'emploi, les taux de participation de la main-d'œuvre et l'ensemble de la structure industrielle changent à mesure qu'évoluent l'économie et la société en général. La révolution technologique, par exemple, rendra probablement notre secteur industriel moins axé sur l'énergie qu'il ne l'est aujourd'hui. La croissance du secteur des services réduira également l'intensité énergétique sans pour autant réduire l'intensité de main-d'œuvre. Le partage des emplois, la substitution des communications aux transports et d'autres innovations semblables mèneront à des rapports énergie/production basés sur des circonstances bien différentes de celles qui prévalent aujourd'hui.

Incentives

Economic conditions in a market economy may not be conducive to an adequate or timely development of alternative energy forms and systems. The role of government in creating appropriate incentives for alternative energy research, development and commercialization is discussed in the following pages. The problems with and the effectiveness of subsidies aimed at producers and consumers of energy and at potential consumers of conservation technology are dealt with in the context of market and implicit (social) energy prices.

The recommendations in this Report are based on the realization that while the present energy situation is undergoing change it is not in a state of crisis. It is certainly not imperative to map out our future under "war-time" conditions. Canada does have diverse energy options and although we must take action now, we do have the opportunity to consider the cost implications of our choices. Since incentives cost money, we must take the time to consider the cost implications of our best options. There are unique circumstances where specific government involvement is appropriate and in this section we set out some of these special features and indicate the kind of government response that we think they require.

In mixed economies the public sector plays the role of influencing market decisions for the promotion of social well-being. The maze of taxes and subsidies which influences energy consumption and production decisions in Canada today is clear enough indication that government intervention is not only complex but extensive as well. Since the market mechanisms in our economy still produce less than perfect results in many cases, one could advocate stepped-up intervention in just about every market. Nonetheless, there are those who also argue convincingly that the government should leave the market to itself because they have complete faith in the "competence of markets and the incompetence of administrators." Unfortunately, extreme attitudes of this sort are rarely helpful in the resolution of problems. Striking a balance between these two views is probably the best approach in the formulation of an alternative energy policy.

If the economy functioned perfectly in the use of all resources (natural resources, capital and labour), then there would be little need for government incentives to promote energy efficiency or the commercialization of alternative energy sources and technologies — correct market signals would lead to resource allocations which maximize society's well-being. This would be true because producers and consumers would make decisions which take into account the total social implications of their actions. For example, car drivers would perhaps make different decisions about the amount of driving they do if they were to bear the cost of the environmental pollution they cause by driving their cars, the ultimate cost of recycling their cars, and if they had to account for the increase in market power that OPEC gains to raise future prices when more and more imported oil is demanded today. Individuals do not consider all of these costs simply because everybody in society shares them; those who impose the burdens do not pay the full cost personally. If we could add up all these costs we would arrive at the price for energy which accounts for all the costs to society of oil production and consumption (the socially optimal energy price).

The Canadian Economic System

A mixed economy is an economic system like Canada's where both the government and the private sector have important roles to play. Both private and public corporations exist and the government intervenes through the use of laws, regulations and other methods which modify the workings of the market in favour of protecting the public interest.

The energy market does not account for all costs and this inadequacy has not been overlooked by the public sector. In fact, there is a complex and detailed incentive and regulatory framework already set up in the energy market. The list of available government tools which can, and do, influence energy production and consumption decisions is a long one. It includes grants; subsidies; income tax credits; income tax deductions; low-cost loans; guaranteed loans; taxes on fuel; price ceilings; price deregulation; and protective tariffs, to name only a few. Programs and incentives already over-

Stimulants

Dans une économie de marché, les conditions économiques peuvent ne pas encourager la mise au point adéquate et opportune de nouvelles formes et de nouveaux systèmes d'énergie. On discutera ci-après du rôle que doit jouer le gouvernement pour créer des stimulants appropriés pour la recherche, le développement et la commercialisation de l'énergie de remplacement. On traitera des problèmes et de l'efficacité des subventions destinées aux producteurs et aux consommateurs de l'énergie et aux consommateurs potentiels de la technologie de conservation dans le contexte de prix énergétiques du marché et des prix implicites (coût social).

Les recommandations du présent rapport se fondent sur la constatation que si la situation énergétique actuelle connaît des changements, il ne s'agit pas d'une situation de crise. Il n'est donc guère impérieux de tracer notre avenir en nous plaçant dans des conditions de «temps de guerre». Diverses options énergétiques s'offrent au Canada et si nous devons commencer à agir dès maintenant, nous avons certainement la possibilité de tenir compte des coûts que nos choix impliqueront. Puisque les mesures d'encouragements à dispenser coûtent de l'argent, nous devrons prendre le temps de tenir compte des implications que nos meilleures options auront au niveau des coûts. Il se présente parfois des circonstances uniques dans lesquelles une intervention spécifique du gouvernement est appropriée et, dans la présente section, nous dégageons quelques-unes de ces caractéristiques particulières en indiquant le type d'intervention gouvernementale qu'elles requièrent selon nous.

Dans les économies mixtes, le secteur public intervient en influençant les décisions du marché en vue de la poursuite du bien-être collectif. Le réseau inextricable d'impôts et de subventions qui, de nos jours, influe sur les décisions relatives à la consommation et à la production d'énergie au Canada nous révèle clairement que l'intervention gouvernementale est non seulement complexe mais également très large. En se fondant sur le fait que, dans notre économie, les mécanismes du marché produisent encore des résultats moins que parfaits dans plusieurs cas, on pourrait être tenté de préconiser une intervention accrue sur chacun des marchés. Cependant, n'oublions pas que certains soutiennent non sans force convaincante que le gouvernement devrait laisser le marché au seul jeu de ses forces car ils ont une foi complète dans «l'efficacité des marchés et l'inefficacité des administrateurs.» Malheureusement, les attitudes extrêmes de cette sorte sont rarement utiles pour résoudre des problèmes. La meilleure approche à la formulation d'une politique énergétique de remplacement consisterait à établir un dosage harmonieux de ces deux attitudes.

Le système économique canadien

Une économie mixte est un système économique semblable à celui du Canada, où le gouvernement et le secteur privé assument des rôles importants. Des corporations privées et publiques y existent et le gouvernement intervient, au moyen des lois, règlements et autres méthodes qui modifient le jeu des forces du marché, en vue de protéger l'intérêt public.

Si l'économie fonctionnait parfaitement au niveau de l'utilisation de toutes les ressources (ressources naturelles, capital et main-d'œuvre), le gouvernement n'aurait nul besoin d'accorder des encouragements en vue de stimuler l'efficacité énergétique ou la commercialisation des sources et des technologies énergétiques de remplacement; le fonctionnement satisfaisant des indicateurs du marché conduirait à une allocation des ressources maximisant le bien-être de la société. Il en serait ainsi parce que les producteurs et les consommateurs prendraient des décisions qui tiendraient compte de toutes les implications sociales de leurs actions. Par exemple, les conducteurs d'automobiles prendraient peut-être d'autres décisions quant au kilométrage qu'ils parcourent s'ils devaient supporter eux-mêmes le coût de la pollution de l'environnement résultant de la circulation de leurs voitures, le coût ultime du recyclage de leurs voitures et, aussi, s'ils devaient rendre compte de l'accroissement de la puissance sur le marché dont l'OPEP bénéficie au niveau des augmentations futures de prix, lorsque la demande actuelle de pétrole importé ne cesse d'augmenter. Les individus ne tiennent pas

lap, real costs are often hidden and the effectiveness of all the measures is unclear. To further complicate the picture, a new consumer incentive program for switching off oil has recently been announced. The fact that this program is only partially described adds to the confusion.

The Socially Optimal Energy Price

Canadian consumers do not pay the *true cost* (the total cost) of oil. The true cost is higher than the *price* in Canada for a variety of reasons. (1) The relatively low price of oil discourages production and encourages consumption. Ideally, therefore, if it is best from a *social* perspective to discourage consumption and encourage production, then a higher oil price would be "better" than a lower price. We recognize, of course, that political and institutional realities also introduce important limiting factors into oil pricing arrangements. (2) By increasing our oil dependency *today,* and therefore our imports, we give OPEC more power in the *future* to raise the world price of oil that we will eventually have to pay. This is one part of the real cost of consuming more today. (3) Acid rain, the production of carbon dioxide and the numerous emissions which result from burning fossil fuels impose environmental costs.

Theoretically, by adding up all of these various factors, what is called a *socially optimal energy price* can be determined. The accounting task itself is in reality impossible to perform. It is clear though that if oil is substituted for by alternatives that do not embody the real costs associated with oil consumption, then the value of the substitution is at least equal to *the cost which is avoided.* For the United States, the Department of Energy has estimated that the socially optimal price for oil in the U.S., when only some cost factors are accounted for, is about $3 per barrel above the world price; while in *Energy Future* it is estimated that the socially optimal price was between $35 and $85 in 1979 even when some social and political costs were excluded (Stobaugh and Yergin, 1979).

The task of finding the appropriate mix of incentives and regulations is indeed a difficult one. Even more elusive is the philosophy concerning whether the market should be interfered with and why. This philosophy must be clear, so that the purpose of programs is consistent and clear.

Barriers to alternative energy commercialization obviously exist. Most agree, however, that when an alternative is competitive with the socially optimal energy price (or the international price) it should be commercialized. But what is the incentive to innovate or commercialize in Canada when energy services can be conveniently derived from oil at a subsidized price of about $20 per barrel? Although the current commitment is to higher domestic prices, if we want more alternatives to come on-stream quickly, it is evident that government incentives will be necessary.

Subsidies

Subsidies are indirect or direct payments usually made by governments to reduce the cost of purchases to consumers or the cost of production to producers. Consumers receive an indirect subsidy on oil consumption when they pay less than the import cost of oil. The *direct* subsidy on oil imports is financed by all Canadians through general tax revenues, by oil producers through the oil export tax and by oil consumers through the Petroleum Compensation Charge. Oil producers also finance (through foregone earnings) an *indirect* subsidy on domestic oil consumed in Canada because they receive less for their oil than they could receive on the world market. The indirect subsidy facing consumers is therefore also an indirect tax (negative subsidy) on oil production because revenue is indirectly transferred from producers to consumers. Alternative energy production is inhibited because consumption of its output is not subsidized to the same extent.

In a country where the domestic price of oil is still subsidized, the best incentive government can provide to alternative energy sources is one which subsidizes each new unit of alternative energy which replaces oil. The subsidy should, ideally, be equal to the difference between the regulated oil price and the socially optimal oil price. This constitutes an output subsidy.

When the use of alternatives is foregone, imports are consumed instead, markets remain undeveloped, gains in achieving domestic security of energy supply are foregone, and continuing pollution from oil consumption results. In the case of conservation there is good argument for rewarding the saving of a barrel of oil because that barrel need not be imported at the world price and national security potentially threatened.

With an output subsidy, new, more expensive energy sources would likely be developed because producers would effectively receive a price competitive with that of oil, and as domestic oil prices increased the output subsidy could decrease. Consumers would not need to receive energy incentives directly but simply

compte de tous ces coûts simplement parce que tous les membres de la société les partagent avec eux; ceux qui nous imposent ces fardeaux n'en supportent pas personnellement la totalité. Si nous pouvions faire la somme de tous ces coûts, nous pourrions déterminer le prix de l'énergie qui tient compte de ce que coûtent à la société la production et la consommation du pétrole (le prix social optimal de l'énergie).

Le marché de l'énergie ne rend pas compte de tous les coûts et cette lacune n'a pas échappé à l'attention de secteur public. En fait, il y a déjà en place sur le marché de l'énergie un ensemble complexe et détaillé de stimulants et de réglementations. La liste est bien longue des outils dont dispose le gouvernement permettant d'influencer et influençant effectivement les décisions relatives à la production et à la consommation d'énergie. On y retrouve les dons, les subventions, les crédits d'impôt sur le revenu, les déductions d'impôt sur le revenu, les prêts à faibles taux d'intérêt, les prêts garantis, les impôts sur les combustibles, la fixation de plafonds pour les prix, la déréglementation ou libéralisation des prix, les tarifs protecteurs, pour n'en nommer que quelques-uns. Les programmes de stimulation se chevauchent déjà, les coûts réels sont souvent cachés et l'efficacité de toutes ces mesures incitatives est incertaine. Le tableau se complique davantage par suite de l'annonce faite récemment d'un nouveau programme d'encouragements au consommateur pour favoriser le remplacement des produits pétroliers. Le fait que ce programme n'a été que partiellement décrit ne fait qu'ajouter à la confusion.

Il est, en fait, fort difficile de trouver la combinaison appropriée de stimulants et de réglementations. Il est encore plus difficile de se prononcer sur l'opportunité et la raison d'une intervention sur le marché. Pour que l'objectif des programmes soit cohérent et clair, il faut que la philosophie qui les sous-tend soit clairement énoncée.

Il ne fait aucun doute qu'il existe des barrières à la commercialisation d'énergies de remplacement. Cependant, on reconnaît généralement que toutes les fois qu'une solution de remplacement est concurrentielle avec le prix social optimal de l'énergie (ou le prix international) cette solution devrait être commercialisée. Mais, doit-on se demander, quel encouragement y a-t-il à innover ou à commercialiser au Canada alors que les services qu'offre l'énergie peuvent être facilement obtenus du pétrole à un prix subventionné d'environ $20 le baril? Même si l'on s'est engagé à favoriser l'augmentation des prix internes du pétrole, il est évident que si nous voulons stimuler rapidement l'apparition de solutions de remplacement, il faudra que le gouvernement apporte des mesures incitatives à le faire.

Dans un pays où le prix interne du pétrole est toujours subventionné, le meilleur encouragement que le gouvernement puisse accorder aux sources d'énergie de remplacement consisterait à subventionner chaque nouvelle unité d'énergie de remplacement qui se substitue au pétrole. Idéalement, la subvention devrait être égale à la différence existant entre le prix du pétrole réglementé et le prix social optimal de ce produit. Cela constituerait une subvention à la production.

Lorsqu'on néglige d'utiliser les énergies de remplacement, ce sont les importations qui sont consommées, les marchés ne se développent pas, aucun progrès ne

Le prix social optimal de l'énergie

Les consommateurs canadiens ne payent pas le *coût réel* (le coût total) du pétrole. Le coût réel, pour diverses raisons, est supérieur au *prix* pratiqué au Canada. (1) Le prix relativement bas du pétrole décourage la production et encourage la consommation. Dans une perspective *sociale*, l'idéal serait donc de décourager la consommation et d'encourager la production pour avoir un prix du pétrole plus élevé mais «meilleur» sur le plan social. Bien entendu, certaines réalités politiques et institutionnelles introduisent des contraintes importantes dans les arrangements de fixation du prix du pétrole. (2) En augmentant *aujourd'hui* nos importations de pétrole, nous donnons à l'OPEP des pouvoirs accrus pour augmenter dans *l'avenir*, le prix mondial du pétrole que nous aurons à payer plus tard. Voilà un élément du coût réel d'une consommation présente accrue. (3) Les pluies acides, la formation de gaz carbonique et les nombreuses autres émissions qui résulte de la combustion des carburants fossiles imposent des coûts en ce qui a trait à l'environnement.

En théorie, on pourrait, en faisant la somme de ces divers facteurs, déterminer ce que l'on appelle un *prix social optimal de l'énergie*. Mais, en fait, il est impossible de réaliser de tels calculs. Il n'en demeure pas moins clair que si nous remplaçons le pétrole par un substitut qui n'implique pas les coûts réels associés à la consommation de pétrole, alors la valeur du produit de remplacement est au moins égale *au coût qui a été évité*. En ce qui concerne les États-Unis, le ministère de l'Énergie a estimé que le prix social optimal pour le pétrole aux États-Unis, en ne tenant compte que de quelques facteurs de coût, est d'environ $3 le baril supérieur au prix mondial, tandis que dans *Energy Future* on estime que le prix social optimal se situait entre $35 et $85 en 1979, même si l'on excluait certains coûts sociaux et politiques (Stobaugh and Yergin, 1979)

could make their decisions based on market prices. Unlike tax credits, loan guarantees and loans at the government's borrowing rate, *direct* output subsidies are much more visible. Such incentives, therefore, are more desirable because they do not mask the real cost of incentives to society.

Output Subsidy — A Technical Definition

A per unit subsidy on alternative energy output which is equal to the difference between the domestic price of oil (P^d), and the import cost (P^*) (or, ideally, the socially optimal price), less any oil input subsidy (S^i), theoretically will induce the same amount of alternative energy supply as would occur without the oil consumption subsidy. When the cost of production is subsidized, the price of the alternatives could be set competitively with that of oil.

Output subsidy/unit = $P^* - P^d - S^i$.

The output subsidy must be based on a replacement value for oil in actual usage. The subsidy must further be net of any subsidies already received.

Ideally, the best incentives would not discriminate amongst energy supply technologies and hence the investor would be afforded the opportunity of choosing the most promising alternative. It is best to treat all sources equally because restricting the range of options prejudices the market and excludes innovation. Forcing a narrow view of opportunities would not be in our best long-term interests. Rather than *managing* commercialization of new technologies, the provision of output subsidies promotes commercialization directly. The Committee, however, has identified some options which are better than others in terms of attaining long-run energy goals. For this reason, and because funds are inevitably limited, the choice of those options which should qualify for output incentives should be managed to a certain degree.

In the event that output subsidies are provided and the private sector is still not willing to invest in certain options, then a very strong argument must be made before tax dollars are invested. Private investors will commit their funds only when they believe they will yield a positive return. The rule for public investments should be no different, although "returns" in the public sector do not have to be measured in commercial terms alone. Those options which are clearly good from a social perspective but which are not favourable ones from the point of view of the private sector would require further incentives.

Government-supported demonstration projects are a good choice when the project necessary to identify technical and cost aspects must be of commercial scale and when no private firm is willing to undertake it alone because the information gained will be free to others. It is important that the relevant technology be well in hand before government becomes involved since a failure will provide a major disincentive to further market developments. In cases where the private sector is involved in joint demonstration projects, competitive bidding for project involvement would encourage efficiency through minimized costs. The commercialization process would be facilitated and bottlenecks in implementation would be minimized with private sector involvement and therefore it should be encouraged.

Governments should not, however, get involved in development which would have taken place without it as this would constitute a waste of government funds. If the barriers to development are related to legislative or institutional problems (such as lack of "rights to light" or inadequate building codes), then the solutions involve removal of these barriers, not subsidization of the production or consumption of the alternative technology. In the same way, if lack of information or market ignorance is the commercialization barrier, subsidization is inefficient but education and instruction programs are appropriate.

Efforts should be made to reduce the amount of uncertainty regarding future government policy because the more uncertain future events are made, the more risky are investments. Policies regarding market intervention and energy prices must be as clear as possible if appropriate responses are expected of investors who depend on their impression of the probabilities of future events when making investment decisions today.

Commercialization incentives, regulations and institutions should be sensitive to changing circumstances and be altered accordingly. A variety of factors contribute to the changing appropriateness of the energy mix. As energy prices change, the economic viability of alternatives also changes. As technological change takes place the economics again improve.

It is necessary to improve the consistency of the calculations of the oil-saving value of conservation and energy efficiency gains if subsidies are to be applied in the most efficient way. This is where government RD & D has a definite role to play. Energy audit requirements and standards will also be necessary if the energy saving opportunities of retrofit and efficiency measures are to be accurately quantified.

Input subsidies are those which cover the cost of installing *particular* technologies of *specific* dimensions. They therefore dictate the design and operating choices available to energy producers and consumers and

se fait au plan de la sécurité interne de l'approvisionnement en énergie et la pollution résultant de la consommation du pétrole se poursuit. Dans le cadre de la politique de conservation de l'énergie, il est pleinement justifié d'accorder une récompense pour chaque baril de pétrole économisé parce que ce baril n'aura pas à être importé au prix mondial, et la sécurité nationale n'en sera pas menacée.

Grâce à une subvention à la production, des sources d'énergie nouvelles, plus chères, seront vraisemblablement développées parce que leurs producteurs recevront effectivement un prix concurrentiel à celui appliqué au pétrole et, à mesure qu'augmenteront les prix internes du pétrole, la subvention à la production aura diminué. Les consommateurs n'auraient pas besoin de recevoir des encouragements directs mais pourraient simplement prendre leurs décisions en fonction des prix du marché. Les subventions *directes* à la production sont beaucoup plus visibles que les crédits d'impôt, les prêts garantis et ceux accordés aux taux réservés aux emprunts du gouvernement. Par conséquent, de tels stimulants sont beaucoup plus souhaitables car ils ne dissimulent pas le coût réel qu'ils imposent à la société.

Subventions

Les subventions sont des paiements directs ou indirects faits généralement par les gouvernements en vue de réduire le coût des achats effectués par les consommateurs ou le coût de production encouru par les producteurs. Les consommateurs reçoivent une subvention indirecte sur le pétrole consommé qu'ils payent à un prix inférieur au coût d'importation des produits pétroliers. La subvention *directe* sur les importations de produits pétroliers est financée par tous les Canadiens au moyen des revenus fiscaux généraux, par les producteurs de pétrole au moyen de la taxe à l'exportation du pétrole et par les consommateurs au moyen du prélèvement d'indemnisation pétrolière. Les producteurs de pétrole financent également (par le biais de revenus non perçus) une subvention *indirecte* accordée sur le pétrole national consommé au Canada parce qu'ils reçoivent moins pour leur pétrole que ce qu'ils pourraient recevoir sur le marché mondial. Par conséquent, la subvention indirecte accordée aux consommateurs constitue également un impôt indirect (subvention négative) sur la production de pétrole parce que les recettes sont transférées indirectement des producteurs aux consommateurs. On décourage ainsi la production d'énergie de remplacement parce que la consommation de cette énergie n'est pas subventionnée dans la même mesure.

Subvention à la production—Une définition technique

Une subvention unitaire à la production d'énergie de remplacement qui est égale à la différence entre le prix national du pétrole (P^d), et le coût du pétrole importé (P^*) (ou, de manière idéale, le prix social optimal), moins toute subvention à la consommation de produits pétroliers (S^l), aura théoriquement pour effet d'induire la même quantité d'approvisionnement en énergie de remplacement que ce serait le cas sans la subvention à la consommation de produits pétroliers. Lorsque le coût de production est subventionné, le prix des solutions de remplacement pourrait être fixé à un niveau concurrentiel avec celui des produits pétroliers.

$$\text{Subvention à la production/unité} = P^* - P^d - S^l.$$

La subvention à la production doit être basée sur la valeur de remplacement du pétrole présentement utilisé. Elle doit également être indépendante de toute autre subvention déjà reçue.

Des mesures optimisées ne devraient pas, en principe, faire de différence entre les technologies applicables à l'approvisionnement en énergie et, ainsi, l'investisseur aurait toute latitude de choisir la solution la plus prometteuse. L'idéal serait de soumettre à un traitement égal toutes les sources parce que toute restriction à l'éventail des choix nuit au marché et limite l'innovation. Il ne serait pas dans notre meilleur intérêt à long terme de restreindre l'éventail des solutions possibles. Au lieu de *gérer* la commercialisation des nouvelles technologies, le versement de subventions à la production favorise directement la commercialisation. Toutefois, le comité a identifié quelques options qui sont meilleures que les autres en ce qui a trait à la réalisation des buts énergétiques à long terme. Pour cette raison et parce que les fonds sont inévitablement limités les options énergétiques qui mériteraient d'être encouragées devraient être régies jusqu'à un certain point.

S'il arrive que des subventions à la production sont offertes et que le secteur privé refuse d'investir dans certaines options, il conviendra de chercher une justification sérieuse avant d'investir l'argent des contribuables. Les investisseurs privés n'engageront leurs fonds que lorsqu'ils croiront que ces investissements produiront des revenus nets. La même règle devrait régir les investissements publics, bien que le rendement du secteur public ne doive pas être mesuré uniquement en des termes de rentabilité. Il conviendrait d'accorder des encouragements supplémentaires aux options qui présentent des avantages évidents du point de vue social et

exclude choices which may be better. In an evolving market, too much uncertainty exists to enable any one policy to determine the best opportunities at all times. If the government adopts only input subsidies we run the risk of locking ourselves into overly costly alternatives. Subsidies which are related only to cost tend to encourage preliminary funding requests which underestimate eventual needs. Also, when specific emphasis is on a limited set of options, attention is detracted from other technologies and sources. Innovators in the excluded technologies are implicitly punished for their foresight in the same way that newly instituted incentives tend to reward only the laggards who wait for public funding.

There is a valuable role to be played by government lead agencies which bridge the transition from R & D through demonstration to commercialization. Such bodies would have the mandate of identifying private sector applications and providing information. They could also ensure that R & D does not take place in a vacuum away from the economy. This role could potentially spill over to involving the private sector more actively in R & D activities. Although it is appropriate to invest in as many options as possible at the R & D level in order to provide a "safety net", it would be the job of the lead agencies to identify the smaller set of options which are most promising to render them ready for commercialization.

The lead agencies would ideally work on a regional basis so that developments could be matched to regional needs and opportunities. But there is a need to avoid replication of the work being done by various departments of the Federal Government, other levels of government and the private sector. It is not always necessary to create a new agency but it is necessary to identify the coordinating role of one group so that it has a well-defined responsibility to ensure that efforts and money are not wasted.

To act as a lead agency for the alternatives will be up to the newly-formed government agency Canertech. In its role as an entrepreneurial organization, Canertech will bridge the gap between RD & D and established industry. It intends to take an equity position in the companies assisted to generate a cash flow and to become self-sustaining.

Canada should continue to develop its alternative energy supply policy in view of changes in the rest of the world. Changing energy supply patterns are global events which contribute to changing future needs and dependencies everywhere. Since domestic industry depends on external markets, there should be domestic development which answers the need for providing export opportunities in the future. Canadian technology and energy supplies will be important earners of foreign exchange if they are sold in other countries. Incentives to promote alternatives which may not necessarily be broadly applicable in Canada, such as wind technology, may be beneficial if they make important contributions to energy supply elsewhere. Intercountry cooperation in ongoing energy projects in fusion and coal technologies, for instance, may also be of eventual importance for Canada's balance of payments and should therefore be encouraged.

Since the energy policies of other countries can influence Canadian circumstances, there will be certain situations in which the protection of Canadian industries is appropriate. The incentives available to the American solar industry, for example, have led to that industry having an advantage over its Canadian counterpart. For this reason, protective trade barriers to the importation of American solar equipment were instituted to protect the young Canadian solar industry. Tariffs and other trade barriers do not go to the root of the competition problem: they force Canadian consumers to pay more for Canadian equipment; they delay oil substitution; and they cause Canadian solar equipment to remain non-competitive internationally. Output subsidization, on the other hand, is efficient because it encourages the same production as would be the case without a regulated domestic price. It is a temporary subsidy which is intended to diminish as domestic oil prices climb to higher levels. With such a program trade protection is less necessary; consumers are given more choice; producers are forced to compete, thus encouraging innovation and a more viable industry; the danger of tariff retaliation is reduced; and oil import substitution is accelerated.

Pressure on government to encourage alternative energy supply is growing but the efforts usually required to prove government is actually acting for society's welfare involve higher government expenditures and specific new programs. If subsidization of alternative energy and technology is inevitable then we must try to get as much as possible for the money spent. It is Canadians who must pay taxes to pay the bills and it is the government's responsibility therefore to spend the money wisely. Taxpayers are obliged to support whatever the government decides to subsidize. Unlike energy consumers who can avoid higher costs by restricting their consumption, taxpayers have no choice. If resources are wasted all Canadians lose.

qui ne sont pas nécessairement les plus favorables du point de vue du secteur privé.

Les projets de démonstration subventionnés par le gouvernement constituent des solutions judicieuses lorsque le projet nécessaire pour identifier les paramètres techniques et les coûts doit être à l'échelle commerciale et lorsqu'aucune firme privée n'est disposée à l'entreprendre seule parce que les informations qui en résulteront seront accessibles gratuitement à tous. Il est important que la technologie pertinente soit bien maîtrisée avant que le gouvernement ne s'engage, car tout échec constituera un élément de dissuasion pour tout développement ultérieur du marché. Lorsque le secteur privé participe à des projets de démonstration conjoints, le recours à des procédures de soumission encouragerait l'efficacité en minimisant les coûts. Le processus de commercialisation serait facilité et les goulots d'étranglement dans la mise en œuvre seraient minimisés grâce à la participation de secteur privé; il convient donc de l'encourager.

Cependant, les gouvernements ne devraient pas participer à des projets qui auraient été entrepris même sans leur intervention, car il s'agirait alors d'un gaspillage des fonds publics. Si les barrières au développement résultent de problèmes législatifs ou institutionnels (par exemple de l'absence de droits en ce qui concerne l'ensoleillement ou de codes du bâtiment inadéquats), la solution impliquerait la suppression de ces barrières, et non la subvention à la production ou à la consommation d'énergie de remplacement. De même, si l'obstacle à la commercialisation résulte de l'absence d'information ou de l'ignorance des conditions du marché, toute subvention serait inefficace; par contre des programmes d'éducation et d'information seraient tout à fait appropriés.

Il faudrait faire des efforts en vue de réduire la marge d'incertitude en ce qui concerne la politique future du gouvernement car les risques inhérents aux investissements s'accroissent en proportion de l'incertitude entourant l'avenir. Les mesures interventionnistes sur le marché et les prix de l'énergie doivent être aussi clairs que possible si l'on veut obtenir les réactions prévues des investisseurs qui se fondent sur leur appréciation des probabilités d'événements futurs lorsqu'ils prennent aujourd'hui des décisions en matière d'investissements.

Les stimulants, les réglementations et les institutions touchant à la commercialisation devraient être sensibles à l'évolution de la conjoncture et évalués en conséquence. Divers facteurs contribuent à modeler le tableau énergétique idéal. A mesure que les prix de l'énergie varient, la viabilité économique des diverses solutions possibles évolue également. A mesure que les changements technologiques se produisent, les tableaux économiques s'améliorent.

Il est nécessaire de renforcer la cohérence des calculs de la valeur de la conservation en tant qu'instrument d'économie des produits pétroliers et des améliorations de l'efficacité énergétique, si l'on veut être en mesure d'accorder des subventions de la façon la plus efficace. A ce niveau, le programme de RD&D du gouvernement est appelé à jouer un rôle bien précis. Il faudra également vérifier les exigences et les normes en matière d'énergie si l'on veut arriver à quantifier avec précision les économies d'énergie qui pourraient découler d'améliorations énergétiques et d'accroissement d'efficacité.

Les subventions à l'utilisation sont celles qui couvrent le coût de mise en œuvre de technologies *déterminées* à des échelles *précises*. Par conséquent, de telles subventions dictent les choix relatifs à la conception et à l'exploitation qui s'offrent aux producteurs et aux consommateurs d'énergie et excluent d'autres options qui auraient pu s'avérer meilleures. Dans un marché en pleine évolution, l'incertitude qui règne est trop grande pour qu'une politique unique permette de déterminer en tout temps les meilleures solutions possibles. Si le gouvernement n'adopte que les subventions à l'utilisation, nous courons le risque de nous limiter uniquement à des solutions excessivement coûteuses. Les subventions qui ne se fondent que sur le coût tendent à encourager des demandes de financement préliminaire qui sousestiment les besoins ultérieurs. Aussi, lorsque l'on privilégie un ensemble limité d'options, on détourne l'attention des autres technologies et des autres sources. Les innovateurs intéressés aux technologies frappées d'exclusion sont pénalisés ouvertement à cause de leur lucidité, de la même manière que de nouveaux encouragements mis en place tendent à ne profiter qu'aux traînards qui attendent d'être supporter par l'état.

Des rôles importants incombent aux agences gouvernementales qui doivent assurer la transition de la R&D à la démonstration et de celle-ci à la commercialisation. De tels organismes ont pour responsabilité d'identifier les applications du secteur privé et de fournir des informations. Ils pourraient également veiller à ce que la R&D ne se développe pas dans le vide, loin des besoins de l'économie. Ce rôle pourrait peut-être également s'étendre jusqu'à faire participer le secteur privé plus activement à la R&D. Bien qu'il soit recommandé d'investir dans le plus grand nombre d'options possibles au niveau de la R&D en vue de se doter d'une aire de sécurité il reviendrait aux organismes responsables d'identifier un nombre restreint d'options qui sont les plus prometteuses pour les préparer à la commercialisation.

Les organismes responsables devraient, dans des conditions idéales, travailler sur une base régionale de manière à ce que le développement puisse correspondre aux besoins et aux possibilités des diverses régions. Cependant, il est nécessaire d'éviter une duplication du travail déjà réalisé par d'autres ministères du gouvernement fédéral, d'autres niveaux gouvernementaux et le

secteur privé. Il n'est pas toujours nécessaire de créer un nouvel organisme; mais il faut identifier le rôle de coordination que devra assumer un groupe de telle manière qu'il ait une responsabilité bien délimitée pour veiller à éviter tout gaspillage des efforts et des fonds.

C'est à l'agence gouvernementale, nouvellement formée, Canertech qu'il reviendra d'assumer le rôle de chef de file pour toute nouvelle solution possible. Dans son rôle en tant qu'organisme animé par l'esprit d'entreprise, Canertech devra combler le fossé existant entre la RD&D et les industries établies. Elle est destinée à prendre des participations dans les compagnies qu'elle aide de manière à engendrer des liquidités et à devenir autosuffisante.

Les changements qui se produisent à l'échelle mondiale devraient inciter le Canada à poursuivre l'élaboration de sa politique de recherche de nouvelles sources d'approvisionnement en énergie. La modification des circuits d'approvisionnement énergétique implique des événements d'envergure globale qui contribuent à transformer dans tous les secteurs de la société les besoins et les rapports de dépendance futurs. En raison de la dépendance de nos entreprises par rapport aux marchés extérieurs, les mesures adoptées au Canada devraient répondre aux besoins de l'industrie nationale en lui offrant à l'avenir de nouvelles possibilités d'exporter. Si nous arrivons à exporter notre technologie et nos ressources énergétiques, celles-ci favoriseront d'importantes rentrées de devises. Les encouragements visant à favoriser des solutions de rechange dont l'application au Canada peut être relativement restreinte, comme dans le cas de la technologie de l'énergie éolienne, peuvent être bénéfiques s'ils apportent des contributions importantes à l'approvisionnement en énergie d'autres pays. La coopération internationale dans des projets énergétiques en cours présentement en ce qui concerne les technologies de la fusion et du charbon, par exemple, peut être également d'une grande importance à l'avenir pour la balance des paiements du Canada. Il conviendrait alors d'encourager une telle coopération.

Il sera approprié dans certains cas de protéger les industries canadiennes car les politiques énergétiques adoptées par d'autres pays peuvent influencer la situation au Canada. Par exemple, les encouragements accordés à l'industrie solaire des États-Unis ont permis à celle-ci de détenir un avantage par rapport à l'industrie canadienne. Voilà pourquoi des barrières douanières protectrices ont été dressées contre l'importation du matériel solaire des États-Unis, de manière à protéger la jeune industrie solaire canadienne. Les obstacles tarifaires et non tarifaires ne touchent pas à la racine du problème de la concurrence: ils obligent les consommateurs canadiens à payer davantage pour le matériel fabriqué chez nous; ils retardent le remplacement du pétrole et ils font que l'équipement solaire canadien demeure non compétitif sur les marchés internationaux. D'autre part, la subvention à la production est efficace parce qu'elle encourage la production de biens qui auraient pu être produits s'il n'existait pas un prix national réglementé. Il s'agit d'une subvention temporaire qui est appelée à diminuer à mesure qu'augmenteront les prix du pétrole canadien. L'existence d'un tel programme rend moins nécessaire une politique protectionniste; la gamme des choix ouverts aux consommateurs s'élargit; les producteurs sont contraints de se faire concurrence, ce qui ne peut qu'encourager des innovations et une industrie plus viable; le risque de représailles tarifaires est moindre; et le remplacement du pétrole importé se fait à un rythme accéléré.

Le gouvernement est soumis à des pressions croissantes pour qu'il encourage l'exploitation d'autres sources d'approvisionnement en énergie; mais, les efforts nécessaires généralement pour prouver que le gouvernement agit effectivement pour le bien-être de la collectivité implique des dépenses gouvernementales accrues et de nouveaux programmes spécifiques. S'il est inévitable de subventionner des énergies et des technologies de remplacement, nous devons toutefois nous évertuer de rentabiliser au maximum les fonds dépensés. C'est le contribuable canadien qui doit acquitter la facture et le gouvernement a donc pour responsabilité de dépenser les fonds de manière judicieuse. Les contribuables sont obligés de financer tout projet que le gouvernement a décidé de subventionner. Alors que les consommateurs d'énergie peuvent éviter un accroissement de leurs coûts en réduisant leur consommation, les contribuables, eux, n'ont pas le choix. Tous les Canadiens seront perdants si les ressources sont mal employées.



6 ALTERNATIVE ENERGY SOURCES, CURRENCIES AND TECHNOLOGIES



6 ENERGIES DE REMPLACEMENT, DEVISES ENERGETIQUES ET TECHNOLOGIES

Introduction

The Committee realized early in its study that the complex subject of energy would have to be broken down to make it manageable. For instance, the sun is clearly a *source* of energy but is coal liquefaction? No, the latter is a *technology* which transforms a conventional energy source, coal, into a commodity such as methanol which has the potential to play an important role in a new Canadian energy mix. This technology can be further qualified as *alternative* because it has not previously been exploited commercially in this country. It is not a new technology since coal liquefaction facilities have existed since before the Second World War. It does, however, represent a new and alternative option for Canada.

Other subjects for discussion could not be termed either alternative sources or alternative technologies, hydrogen and electricity being examples. We have not viewed hydrogen as a source of energy since energy must be used to produce it and to concentrate it. Hydrogen does, however, store energy and can be exploited as a fuel to perform useful work. If, for example, energy were produced in a tidal installation and not immediately consumed, it could be stored in the form of hydrogen (through electrolysis which uses electricity to break water molecules into hydrogen and oxygen). The hydrogen could then be transported in liquefied or compressed form or moved by pipeline. Thus one can think of hydrogen as an energy *currency* which can be "spent" at any time to provide useful work. Electricity also acts as a medium of energy exchange or an energy currency, in that it can be generated in one location and perform useful work elsewhere.

For the purposes of this Report, the word currency has been adopted to characterize those commodities which are neither energy sources nor energy technologies. They are intermediaries between the source from which energy is derived and the point where energy is consumed. Energy currencies are often known as fuels, but the term fuel normally refers to combustible materials and therefore does not aptly describe electricity. An energy currency is thus a medium of energy exchange which can be spent in return for work. We see a variety of alternative energy sources, currencies and technologies being exploited in concert to produce a technically, economically, environmentally and socially acceptable energy mix for Canada in the future. These alternatives are briefly described in succeeding parts of this section in order to acquaint the reader with the range of possibilities considered by the Committee and to provide basic information about some energy possibilities which may not be familiar. Each subsection describes the nature of the source, currency or technology, lists some of the advantages or difficulties which may accompany its exploitation, discusses development activities on the national and international scene, and suggests where Canada should go from here concerning each option.

We do not claim to have exhausted all the possibilities for study. Indeed, such a task would be unending because technology is continually evolving and it is difficult to predict where research will lead. We therefore view the Committee's work as one step in a continuing process of evaluating Canada's energy opportunities.

Introduction

Peu de temps après le début de ses délibérations, le Comité s'est rendu compte qu'il lui faudrait subdiviser le sujet complexe qu'est l'énergie afin de pouvoir le traiter plus facilement. A titre d'exemple, on voit fort bien que le soleil est une *source* d'énergie mais en est-il de même pour la liquéfaction du charbon? Non, car il s'agit là d'une *technologie* qui permet de transformer une source d'énergie traditionnelle, le charbon, en un produit comme le méthanol qui pourrait jouer un rôle important dans une nouvelle gamme canadienne d'énergies. Qui plus est, on peut dire qu'il s'agit d'une technologie *de remplacement* parce qu'elle n'a pas encore été exploitée à l'échelle commerciale dans notre pays. Ce n'est pas une nouvelle technologie car il existe des installations de liquéfaction du charbon depuis la deuxième guerre mondiale, mais c'est à la fois une nouvelle option et une option de remplacement pour le Canada.

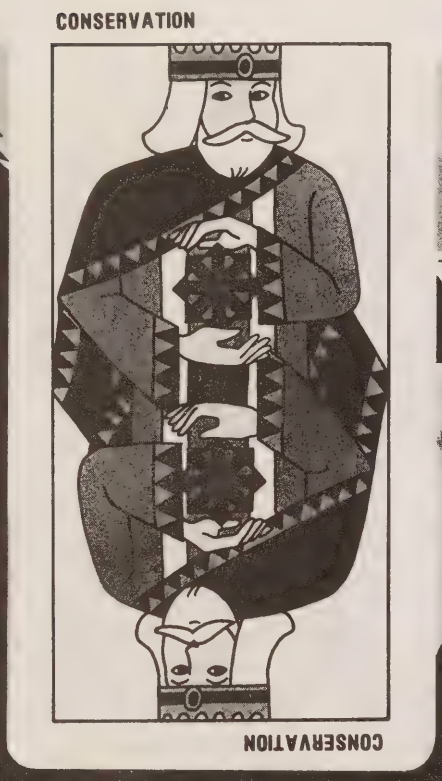
D'autres sujets de discussions ne pouvaient être classés parmi les sources de remplacement ni parmi les technologies de remplacement, notamment l'hydrogène et l'électricité. L'hydrogène n'est pas une source d'énergie du fait qu'il faut utiliser de l'énergie pour le produire et le concentrer. Par contre, l'hydrogène emmagasine l'énergie et on peut s'en servir comme combustible pour libérer cette énergie sous forme de travail utile. Si, par exemple on produit de l'énergie dans des installations marémotrices et qu'on ne l'utilise pas immédiatement, on peut l'emmagasiner sous forme d'hydrogène (par l'électrolyse qui utilise l'électricité pour transformer les molécules d'eau en hydrogène et en oxygène). On peut transformer cet hydrogène sous forme liquéfiée ou comprimée ou encore le transporter par pipe-line. Ainsi, on peut considérer l'hydrogène comme étant une *devise* énergétique que l'on peut «dépenser» quand on veut pour produire un travail utile. L'électricité agit également comme moyen d'échange énergétique ou comme devise énergétique, en ce sens qu'on peut la produire en un lieu donné et l'utiliser ailleurs dans la production d'un travail utile.

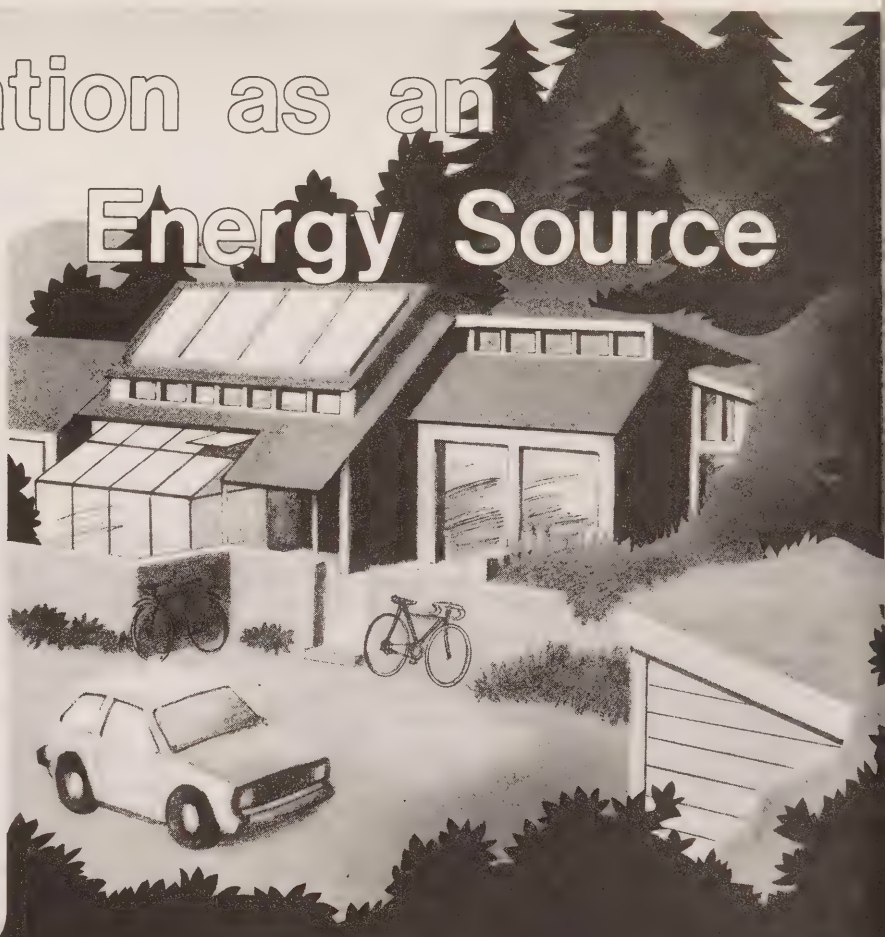
Dans le présent rapport, on a adopté le terme «devise» pour caractériser ces biens qui ne peuvent être qualifiés ni de source d'énergie ni de technologie énergétique. Ils servent d'intermédiaire entre la source d'où provient l'énergie et l'endroit où l'énergie est consommée. On les considère souvent comme des combustibles mais le terme combustible s'applique normalement à des matériaux combustibles et ne décrit donc pas parfaitement l'électricité. On peut dire qu'une «devise» énergétique est un «moyen d'échange» que l'on peut dépenser en échange de travail.

Aux yeux du Comité, les sources, les devises et les technologies énergétiques de remplacement pourraient être exploitées de concert pour constituer pour le Canada de demain une gamme énergétique qui soit acceptable du point de vue technique, économique, environnemental et social. Le lecteur trouvera dans les parties successives de la présente section une brève description des solutions de remplacement qui lui permettra de se tenir au courant de l'éventail d'options envisagé par le Comité et d'obtenir des renseignements de base sur certaines possibilités énergétiques qui ne lui sont peut-être pas familières. Il trouvera dans chaque sous-section une description de la nature de la source, devise ou technologie, une énumération des avantages ou inconvénients qui peuvent accompagner son exploitation, une discussion des activités nationales et internationales de développement et des suggestions quant à ce que le Canada devrait faire à propos de chaque option.

Nous ne prétendons pas avoir épuisé toutes les possibilités d'étude. A vrai dire, une telle tâche n'aurait pas de fin car les technologies progressent continuellement et il est difficile de prédire où pourront mener les recherches. A nos yeux, les travaux du Comité ne constituent qu'une étape de l'évaluation continuelle des perspectives énergétiques du Canada.

Conservation as an Energy Source





It may seem unusual at first glance to include conservation in a section entitled Alternative Energy Sources, Currencies and Technologies, but the Committee has come to view conservation as an energy source. We feel that the conservation resource is large in Canada, principally because energy efficiency was not a prime consideration in the past. Energy has traditionally been inexpensive and for this reason our economy has evolved in a way which results in Canada spending more energy per dollar of gross domestic product generated than other countries. Paradoxically, this means that although our former wasteful practices may be regrettable, they do provide a substantial conservation energy resource which can generally be exploited more easily and more economically than any other energy source today. By reducing demand, the value of existing energy supplies is increased in relative terms.

Many witnesses told the Committee that conservation must be the cornerstone of any alternative energy

Conservation and the Energy Supply Gap

Suppose a country can only supply 60% of its energy needs; that is, the ratio of supply to demand is 60/100. If that country reduced its demand to 80% of its former level, then the supply-to-demand ratio would become 60/80 or 75%. In other words, by tapping the conservation energy resource, this country could improve its supply-to-demand ratio from 60% to 75%, an improvement of $\frac{75 - 60}{60} \times 100$ or 25%, without investing in the supply of one additional unit of energy.

Conservation comme source d'énergie





A première vue, on pourrait s'étonner que la conservation figure dans un chapitre intitulé «Sources, devises et technologies énergétiques», mais le Comité a été amené à considérer la conservation comme une source d'énergie. Nous estimons que la conservation représente une ressource importante au Canada, surtout parce que le rendement énergétique n'a jamais constitué une préoccupation majeure dans le passé. L'énergie a, de tous temps, été bon marché au Canada et c'est pour cette raison que notre économie a évolué de telle façon que nous dépensons actuellement plus d'énergie par dollar de produit intérieur brut que les autres pays. Paradoxalement, cela signifie que même si nos habitudes de consommation passées, axées sur le gaspillage, sont peut-être regrettables, elles nous permettent néanmoins de disposer aujourd'hui d'une source d'énergie importante, à savoir la conservation, qui peut dans

La conservation et le déficit énergétique

Supposons qu'un pays ne puisse satisfaire qu'à 60% de ses besoins en énergie c'est-à-dire que le rapport de l'offre à la demande est de 60/100. Si ce pays réduisait sa demande de façon à ce qu'elle ne représente plus que 80% de son niveau antérieur, le rapport de l'offre à la demande serait de 60/80, c'est-à-dire 75%. Autrement dit, en exploitant la ressource que constitue la conservation, ce pays peut faire passer le rapport de l'offre à la demande de 60% à 75%, ce qui représente une amélioration de 25% $\left(\frac{75-60}{60} \times 100\right)$, sans qu'il ait fallu fournir une seule unité d'énergie supplémentaire.

strategy and we agree wholeheartedly with this conclusion. It is, in fact, this conviction which has led us to give conservation a prominent position in our Report, even though it was not specifically mentioned in our terms of reference.

It is one thing to recognize and accept that conservation is of uppermost importance but it is quite another to suggest what specific steps should be taken to ensure that we exploit this resource. To undertake to do this in the context of this Committee's already complex report on alternative energy would, we feel, greatly understate the importance which this subject carries. Because conservation is not a concern of the Federal Government alone, it deserves and requires a detailed study which looks at this subject at all levels of jurisdiction.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that a detailed study into all aspects of energy conservation, in all sectors of the economy, be undertaken immediately.

There have been many studies dealing with individual conservation technologies and studies of industrial, residential or commercial energy conservation. This wealth of information needs to be pulled together and the study we propose could well carry out this function. The study should be aimed at the needs of policymakers and should offer recommendations on specific policies and standards which could be implemented. Regional variations in the supply and demand for energy must also be accounted for as no single policy will be suitable for all regions of the country nor for all sectors of the economy. The study should also differentiate in some detail between capital and operational costs so that a clear picture of the payback from conservation initiatives is obtained.

While we have not undertaken a detailed examination of conservation, we have been exposed to a wide variety of concepts, proposals and opinions on this subject. We therefore present the following observations and comments as examples of the information we have received and the opinions we have formed, knowing full well that we have only touched briefly upon the subject.

To take complete advantage of the conservation resource, two approaches must be taken: wastefulness must be discouraged and the efficiency of all our energy-consuming activities must be improved. The first approach needs no explanation; the second requires us to begin thinking of our daily activities in terms of the amount of energy they consume. In short, we must build energy efficiency into products, processes and lifestyles. We have to develop a sense of energy responsibility.

Initially, progress in conservation may be slow because the market for energy and energy technologies is ineffective at signalling appropriate levels of investment in conservation — people do not have a feeling for the real costs of foregoing conservation measures. Homeowners, for example, may react negatively to the initial price of insulating their homes and fail to take into account the real savings such an investment could generate over a period of years. Programs are needed to prompt people to make the correct energy decisions. For instance, Hydro-Québec has recently introduced an innovative program to promote home insulation. It is designed to make the initial capital cost — a barrier in many cases — disappear. Under its terms, a homeowner obtains a loan from Hydro-Québec to insulate his home and repays the loan over five years by paying the difference between pre- and post-insulation heating bills. The customer is not faced with a large capital outlay and for five years simply continues to pay his heating bill as he would have otherwise without the added insulation. Thereafter, his billing drops to the new level reflecting his energy saving. We see no evident reason why a similar program could not be extended by the Federal Government to small businesses and industries with limited capital resources.

Unfortunately, there is not a well-organized conservation lobby in Canada and, as advertising is overwhelmingly directed towards convincing people to buy and consume most products, this message is reflected in our attitude towards energy. Thus leadership in promoting the conservation ethic must come from Governments, which have only recently begun funding and encouraging energy conservation efforts. The Federal initiative has begun well and the Committee recognizes that Canada's public education program in energy conservation has been widely applauded. Despite this, there remains room for improvement and greater public and governmental commitment to conservation is imperative. With these concepts in mind we now consider some of the conservation suggestions which the Committee received from various sources.

Electricity will contribute a larger share of end-use energy in Canada in the future, and this energy currency should be wisely managed and spent. Two measures which would help ensure that this is accomplished are listed here.

- The current practice of charging less for higher levels of electrical use should be discontinued.
- Utilities should consider rate structures which encourage the use of off-peak electricity.

The transportation sector is one of the largest consumers of energy in our economy and Canadian drivers seem as reluctant as ever to abandon the convenience of private automobiles. This is not surprising as our

l'ensemble être exploitée plus facilement et plus économiquement que toute autre ressource actuelle. En réduisant la demande, on augmente, en termes relatifs, la valeur des réserves d'énergie existantes.

De nombreux témoins ont déclaré au Comité que la conservation devait être la pierre angulaire de toute stratégie d'énergie de remplacement et nous nous rangeons entièrement de cet avis. C'est en fait cette conviction qui nous a conduits à accorder une importance de premier plan à la conservation dans notre rapport, bien que ce sujet n'ait pas été spécifiquement mentionné dans le mandat qui nous a été confié.

Il est relativement facile d'admettre et d'accepter que la conservation revêt une importance capitale, mais il est autrement plus difficile de proposer les mesures précises qu'il faudrait adopter pour garantir l'exploitation de cette ressource. Sachant que le rapport présenté par le Comité est déjà complexe, il nous semble qu'une telle tâche sous-estimerait grandement la véritable importance de ce sujet. Comme la conservation ne concerne pas seulement le gouvernement fédéral, elle mérite et exige une étude détaillée qui se penche sur le sujet à tous les paliers du gouvernement.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande que l'on entreprenne immédiatement une étude détaillée de tous les aspects de la conservation dans tous les secteurs de l'économie.

De nombreuses études ont été réalisées sur les technologies individuelles de la conservation et sur la conservation en milieux industriel, résidentiel et commercial. Les données considérables qui ont été ainsi produites doivent être regroupées et l'étude que nous proposons de réaliser pourra fort bien s'accommoder de cette tâche. Elle devra être conçue de façon à répondre aux recommandations sur certaines politiques et normes particulières qui pourraient être appliquées. Il faudra également tenir compte du fait que l'offre et la demande d'énergie varient d'une région à l'autre car aucune politique universelle ne pourra convenir à toutes les régions du pays ou à tous les secteurs de l'économie. L'étude doit également faire la différence entre les coûts d'immobilisation et les coûts d'exploitation afin qu'on puisse avoir une idée claire des avantages offerts par les initiatives de conservation.

Bien que nous ne nous soyons pas livrés à une étude détaillée de la conservation, nous avons néanmoins entendu un grand nombre d'idées, de propositions et d'opinions différentes sur le sujet. Les observations et recommandations suivantes ne sont donc présentées qu'à titre d'exemples des données que nous avons recueillies et des opinions que nous nous sommes faits, tout en sachant fort bien que nous n'avons qu'effleuré la question.

Pour tirer plein parti de la conservation, il faut suivre deux voies: il faut mettre fin au gaspillage et il faut améliorer l'efficacité de toutes nos activités consommatrices d'énergie. La première voie se passe de tout commentaire; mais en ce qui concerne la deuxième, il faut que nous commencions à envisager nos activités quotidiennes en nous efforçant de quantifier leur consommation d'énergie. Bref, nous devons intégrer l'efficacité énergétique dans nos produits, nos procédés de fabrication et nos modes de vie. Il nous faut développer et acquérir le sens de la responsabilité énergétique.

Les progrès seront peut-être lents au début parce que le marché de l'énergie et de la technologie énergétique ne réussit pas à indiquer quels sont les niveaux d'investissement appropriés en conservation; les particuliers n'ont aucune idée du coût réel des mesures de conservation susmentionnées. Par exemple, les propriétaires de maisons peuvent réagir négativement au coût initial de l'isolation de leur maison, car ils ne réussissent pas à tenir compte des économies réelles que cet investissement leur permettra de réaliser au fil des années. Ainsi, l'Hydro Québec a récemment lancé un programme innovateur dans le but de promouvoir l'isolation des maisons. Ce programme est conçu de façon à supprimer le coût initial en capital qui représente un obstacle dans de nombreux cas. Dans le cadre de ce programme, un propriétaire de maison peut obtenir un prêt de l'Hydro-Québec afin d'effectuer les travaux d'isolation de sa maison et rembourser ce prêt en cinq années en payant tout simplement la différence entre les factures de chauffage avant et après l'isolation. Le client n'a pas à faire de grosse mise de fonds mais continue simplement, pendant cinq ans, à payer sa note de chauffage comme il l'aurait fait sans le supplément d'isolation. Au bout de ces cinq ans, sa facturation tombe au nouveau niveau pour refléter ses économies d'énergie. A notre avis, il n'y a pas de raison que le gouvernement fédéral ne puisse offrir un programme de ce genre à la petite entreprise et aux industries disposant de peu de capital.

Malheureusement, les partisans de la conservation ne sont pas bien organisés au Canada et comme la publicité s'efforce surtout de convaincre le public d'acheter et de consommer la plupart des produits vendus, notre attitude à l'égard de l'énergie traduit ce message. Aussi la promotion de l'éthique de la conservation incombe-t-elle essentiellement aux gouvernements qui n'ont que récemment financé et encouragé les efforts de conservation. L'initiative fédérale a pris un bon départ et le Comité reconnaît que la campagne canadienne de sensibilisation du public à la conservation

cities, towns and villages are built around personal transportation. A large potential exists, however, for energy economizing in moving goods and people. Automobiles are becoming lighter, engines are becoming more efficient in their use of fuel, auto bodies are being made with improved aerodynamic efficiency, tires with less rolling resistance are being developed — these are some of the design approaches already generating energy savings and much more can be accomplished along these lines. More innovative changes, such as incorporating flywheels into vehicles, may produce similar benefits in the future. Energy savings can also be realized through improved management of vehicular flows, as the following examples suggest.

- Although existing speed limits are acceptable and practical for this country, they must be *enforced* so that vehicles are driven at speeds which make efficient use of fuels.
- Stop signs should be replaced by yield signs wherever safety permits to reduce energy-wasting stops and starts. Similarly, whenever possible, traffic lights should switch to flashing amber, instead of continuing through a full amber, red, green cycle when traffic volume does not warrant it.

There are significant savings to be realized by manufacturing industries as well. This sector was built predominantly in an era of low-priced energy and, as a result, it was often inefficient in its use of energy. In response to a call by the Federal Government in 1974 for an aggressive and voluntary program to cut energy demand, the industrial sector established 15 conservation task forces. Each task force represented one segment of the industrial sector (pulp and paper, chemicals, food and beverage, industrial minerals and so on) and each set its own goals. Industries responded very favourably since conservation quickly paid off for them and results have been encouraging. Some sectors met their 1980 targets ahead of schedule and are formulating new goals for even greater savings. Although this is only a start and a sustained effort will be necessary, the Committee is encouraged by the early success of these voluntary activities. We would like to see this initiative continue to ensure that:

- Industrial processes are redesigned, changed or retrofitted when and wherever feasible to reduce the amount of energy they consume.
- Industries place added emphasis on maintaining machinery at levels of maximum energy efficiency and replace "extravagant" energy users with new and energy-efficient equipment.
- Every effort is made to utilize what is now considered waste heat generated in industrial processes.

Since a large amount of Canada's energy is used in heating and lighting buildings, there is significant potential for energy savings here as well. In this sector, however, the message of conservation should be accompanied by information concerning the concept of passive solar design.

RECOMMENDATION

All levels of government should cooperate in ensuring that architects, builders and contractors learn and practice energy-efficient design and construction. In particular, these people should be made aware of the energy-saving benefits which result from the passive use of solar energy.

Passive solar design incorporates a number of energy-saving features such as insulated night shutters, double or triple glazing, removal of most north- and west-facing windows, the use of windbreaks and/or earth berms (embankments) to the north and west of buildings, or building into the south face of a hill

Other measures to reduce heat loss, which apply to both ordinary and passive solar buildings, include adding extra insulation and improving airtightness. It has been demonstrated in Canada that these two measures, plus using a larger area than usual of south-facing windows, make it possible to construct houses in which energy consumption is reduced by 80 to 90% compared with similar houses built to existing standards. The Committee had the opportunity to visit the most well-known of these energy-efficient homes, Saskatchewan Conservation House, during the course of its cross-country hearings.

Demonstrating that these levels of energy saving are possible was an important first step, but what people really want to know is, "Can it be done cost-effectively?" Unfortunately there is not yet a great deal of data on the costs and benefits of energy-efficient passive solar design due to the limited number of passive solar homes and the minimal amount of monitoring which has been done on those which are in place. Nonetheless, there seems to be sufficient information available to make at least preliminary estimates.

A recent study done for the Department of Energy, Mines and Resources (Gough, 1980) performed such an analysis. It concluded that in new construction the most cost-effective strategies, in order of priority, were to (1) relocate as much as possible the normal window area of a house on the south wall; (2) increase the insulation in buildings by about 50% beyond the 1978 NRC standards; and (3) either further increase thermal specifications or further increase the south-wall window area beyond redistribution.

The conclusions of this study agree with testimony heard by the Committee. Energy-efficient housing can use standard building materials and techniques, so the

de l'énergie a été bien accueillie. Il n'empêche toutefois qu'il y a encore moyen d'améliorer la situation et qu'il est essentiel que le gouvernement et le public s'engagent délibérément sur la voie de la conservation. Dans cette optique, nous nous pencherons maintenant sur certaines idées de conservation suggérées au Comité par diverses sources.

A l'avenir, l'électricité représentera une plus grande part de l'énergie d'utilisation au Canada de sorte qu'il nous faut gérer et utiliser judicieusement cette devise énergétique. On trouvera ci-dessous certaines mesures qui aideraient à amener la réalisation de cet objectif.

- Il faudrait cesser d'offrir des tarifs préférentiels lorsque le niveau de consommation d'électricité dépasse certains seuils.
- Les services publics devraient envisager des structures tarifaires encourageant la consommation d'électricité en dehors des heures de pointe.

Dans notre économie, le secteur des transports est l'un des principaux consommateurs d'énergie et les Canadiens semblent plus réticents que jamais à renoncer à leur voiture particulière si commode. Cela n'a rien de surprenant car nos villes et nos villages sont construits en fonction du transport individuel. Il existe toutefois d'immenses possibilités d'économies d'énergie dans le secteur du transport des marchandises et des personnes. Les automobiles deviennent plus légères, les moteurs utilisent le carburant de façon plus efficace, les carrosseries d'aujourd'hui ont un meilleur aérodynamisme, on met au point des pneus ayant une plus faible résistance au roulement. Voilà quelques initiatives de conception qui permettent déjà d'économiser l'énergie et il y a encore beaucoup à faire dans cette voie. A l'avenir, des changements encore plus innovateurs, comme l'installation de volants d'inertie sur les véhicules, peuvent apporter des avantages semblables. On peut également réaliser des économies d'énergie grâce à une meilleur régulation de la circulation automobile, comme le suggèrent les exemples suivants.

- Bien que les limitations de vitesse actuelles soient acceptables et pratiques au Canada, il faut les *faire respecter* pour que les véhicules circulent à des vitesses permettant une utilisation efficace des carburants.
- Il faudrait substituer des panneaux «cédez» aux panneaux «arrêt» là où la sécurité le permet, afin de réduire le nombre d'arrêts et de redémarrages qui gaspillent l'énergie. De même, on pourrait si possible remplacer le cycle orange, rouge, vert des feux de signalisation par la seule lumière orange clignotante quand la densité du trafic ne justifie pas le cycle complet.

Des économies importantes peuvent aussi être réalisées dans l'industrie de la fabrication. Ce secteur s'est surtout constitué à une époque où l'énergie ne coûtait pas cher et il gaspillait donc souvent l'énergie. Suite à l'appel lancé par le gouvernement fédéral en 1974 en vue de préconiser la mise en œuvre d'un programme dynamique et bénévole de réduction de la demande d'énergie, le secteur industriel a établi 15 groupes de travail sur la conservation. Chacun de ces groupes représentait un segment du secteur industriel (pâtes et papiers, produits chimiques, aliments et boissons, minéraux industriels, etc.) et chacun avait défini ses propres objectifs. Les industries ont réagi très favorablement puisque la conservation s'est avérée rapidement rentable et les résultats ont été encourageants. Certains secteurs ont atteint avant la date les objectifs fixés pour 1980 et se fixent de nouveaux objectifs afin de réaliser davantage d'économies. Bien qu'il ne s'agisse que d'un début et qu'il faudra poursuivre les efforts déployés, le Comité est encouragé par le succès précoce de ces initiatives. Nous souhaiterions que ces activités se poursuivent afin de s'assurer que:

- les procédés industriels soient reconçus, modifiés ou convertis quand cela est possible, afin de réduire la quantité d'énergie qu'ils consomment;
- l'industrie veille davantage à ce que ses machines fonctionnent à des niveaux d'efficacité énergétique maximale et remplace l'équipement consommant de grandes quantités d'énergie par un nouvel équipement en consommant moins;
- tous les efforts soient déployés pour utiliser la chaleur dite «perdue» que produisent les procédés industriels.

Comme on consomme une grande quantité de l'énergie pour chauffer et éclairer les bâtiments au Canada, il existe dans ce domaine aussi de grandes possibilités d'économie d'énergie. Dans ce secteur, il faudrait toutefois que le message de la conservation soit accompagné d'informations sur le principe du chauffage solaire passif.

RECOMMANDATION

Tous les paliers de gouvernement devraient coopérer pour s'assurer que les architectes, les constructeurs et les entrepreneurs connaissent et appliquent les techniques de conception et de construction visant à économiser l'énergie. Ces personnes devraient notamment être au courant des avantages énergétiques offerts par l'utilisation passive de l'énergie solaire.

L'utilisation passive de l'énergie solaire comprend un certain nombre d'éléments destinés à économiser l'énergie, notamment les persiennes isolantes, le double ou triple vitrage, la suppression de la plupart des fenêtres des façades nord ou ouest, l'emploi d'écrans ou de

technology is available now. Furthermore, it appears that substantial energy savings can be achieved within a reasonable payback period for the added investment. If all of these conclusions are correct — and we have no reason to believe that they are not — then why is such housing not being constructed on a much broader scale in Canada today? Several Committee witnesses described barriers to the construction of energy-efficient housing and certain factors were identified time and time again. The proposed energy conservation study will perhaps identify other obstacles which are not now apparent.

Economics play a very large role in determining the adoption of energy-conserving construction practices and the inclusion of passive solar features. The initial capital investment can be justified by savings in energy costs over time; however, the consumer faces the problem that the return on his investment may not be realized for as much as 10 or 15 years. Certainly the current high rates of interest for loans and mortgages deter many would-be "conservers" from making such an investment. Moreover, the uncertainty of future energy prices clouds the issue of the length of the payback period.

A person's eligibility for a mortgage is based on a calculation of the proportion of his or her monthly salary available to make payments. With an energy-efficient house and the resultant lower energy costs, a person would have more money available each month — perhaps enough to cover the increased mortgage charges occasioned by adding the cost of the conservation measures to the mortgage. This suggests that the method of calculating mortgage limits should be changed to take energy saving into account. This would seem to be a particularly appropriate measure for the Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) to consider when funding non-profit housing.

CONCLUSION

Federally-financed housing provides an excellent opportunity for the Government to demonstrate the benefits of conservation and passive solar design.

RECOMMENDATION

The Committee urges that Federally-financed housing incorporate energy-conserving and passive solar design in order to demonstrate its benefits.

In this regard, the Committee welcomes the announcement in the 1980 National Energy Program of a $6 million measure to promote energy-efficient housing through workshops, training programs, and the design and construction of 1,000 energy-conserving homes across Canada. If this program were extended to social housing, it would provide the added benefit of shielding those in need of such homes from increasing energy costs.

The NEP initiative provides a chance to gain much-needed practical experience in the operation of passive solar heating systems. Such systems are by no means simple and there is a complex relationship between energy collection, storage and conservation in these buildings. Unless these elements are properly balanced, a passive solar house can be a very uncomfortable place to live in.

Another barrier to the widespread use of energy conservation measures and passive solar systems is the lack of suitable building standards. In October 1980 the ten provincial Energy Ministers called on the Federal Government for improvements in the National Building Code (NBC) to ensure that energy conservation features were included. This call for action followed the publication of a set of building standards known as *Measures for Energy Conservation in New Buildings* (1978). As with the NBC however, adoption of these measures by the provinces is voluntary and, as of the end of 1980, not one province had adopted the new standards. The Division of Building Research at the National Research Council carried out a study to determine why none of the measures has been adopted and the major reason was found to be the lack of inspectors qualified to oversee the new measures. The cost involved in retraining building inspectors would have to be borne by the provinces and this illustrates the type of jurisdictional problem facing the Federal Government in its attempts to promote energy conservation through the building code.

Several witnesses suggested to the Committee that the Federal Government ought to develop a new building code based on energy performance standards. They believe that such standards are an important signal to the construction industry and to consumers that conservation is an important priority with the Government. The Division of Building Research (DBR) is in fact developing guidelines for energy budgets in four types of buildings: office buildings, shopping centres and retail stores, apartment buildings, and schools. DBR hopes to publish these guidelines in 1983 as a first step towards a comprehensive set of building energy performance standards. As the standards develop, DBR is also assessing how compliance with the guidelines can be assured as this is seen as one of the main problem areas. All levels of government will have to work together if progress is to be made.

bernes paravent au nord et à l'ouest des bâtiments, ou la construction des bâtiments sur le flanc sud d'une colline.

Parmi les mesures destinées à réduire les pertes thermiques dans les bâtiments ordinaires ou à chauffage solaire passif, citons un supplément d'isolation et une meilleure étanchéité. Il a été démontré au Canada que l'emploi de ces deux mesures et de plus grandes surfaces vitrées faisant face au sud permettent de construire des maisons qui ne consomment que 80% à 90% de l'énergie utilisée par des maisons semblables conformes aux normes de construction existantes. Au cours des audiences qu'il a tenues dans tout le pays, le Comité a eu l'occasion de visiter la plus connue de ces maisons à efficacité énergétiqe satisfaisante, la maison de la conservation de la Saskatchewan.

La première étape importante consistait à démontrer qu'il était possible de réaliser des économies d'énergie de cette ampleur, mais ce que tout le monde veut réellement savoir, c'est si cela peut être rentable. Malheureusement, on ne dispose pas encore de beaucoup de données sur les coûts et avantages du chauffage solaire passif en raison du nombre limité de maisons solaires passives et de l'insuffisance des recherches sur les maisons existantes. Néanmoins, il semble y avoir suffisamment d'information pour effectuer au moins des estimations provisoires.

Une analyse de ce genre a été réalisée dans le cadre d'une récente étude effectuée pour le compte du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources (Gough, 1980). Cette analyse conclut que dans les nouvelles constructions les stratégies les plus rentables consistent, dans l'ordre d'importance, à (1) placer la plus grande proportion possible des surfaces vitrées d'une maison sur la façade sud; (2) augmenter l'isolation des bâtiments de 50% environ par rapport aux normes CNR de 1978; et (3) soit relever encore les spécifications thermiques, soit augmenter la surface vitrée faisant face au sud au-delà d'une simple redistribution.

Les conclusions de cette étude concordent avec les témoignages entendus par le Comité. Les maisons à bonne efficacité thermique peuvent être construites avec les techniques et les matériaux courants, de sorte que la technologie existe déjà. De plus, on peut réaliser des économies d'énergie substantielles assez rapidement pour qu'elles s'avèrent rentables dans un délai raisonnable. Si toutes ces conclusions sont correctes — et nous n'avons aucune raison de penser le contraire — pourquoi ne construit-on pas ce genre de maisons sur une plus grande échelle au Canada? Plusieurs témoins ont décrit au Comité les obstacles auxquels se heurte ce genre de construction et certains facteurs ont été cités à maintes reprises. L'étude de conservation de l'énergie qu'il est proposé de réaliser permettra peut-être d'identifier d'autres obstacles qui ne sont pas encore évidents.

L'aspect économique joue un très grand rôle dans la décision d'adopter des méthodes de construction destinées à conserver l'énergie et d'inclure dans la conception des éléments solaires passifs. L'investissement initial peut se justifier à long terme par des économies du coût d'énergie mais le consommateur doit réaliser que son investissement risque parfois de ne pas être rentabilisé avant 10 ou 15 ans. Les taux élevés d'intérêt sur les prêts et les hypothèques n'encouragent pas aujourd'hui les «conservateurs» éventuels à faire cet investissement. De plus, l'incertitude qui plane sur les prix futurs de l'énergie n'aide pas à clarifier la question de la période de rentabilisation.

L'admissibilité d'un particulier à un prêt hypothécaire est basée sur le calcul de la partie de son salaire mensuel qui peut servir au remboursement du prêt. Le propriétaire d'une maison à bonne efficacité énergétique aurait moins à payer pour son énergie et disposerait donc d'une plus grande somme d'argent par mois, peut-être suffisamment pour couvrir les charges hypothécaires supplémentaires occasionnées par le coût des mesures de conservation. Cela laisse supposer qu'il faudrait modifier le calcul du montant maximal de l'hypothèque afin de tenir compte des économies d'énergie. Il semble que ce serait là une mesure que la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) pourrait notamment envisager dans le cadre du financement des logements sans but lucratif.

CONCLUSION

Le financement des logements par le gouvernement fédéral fournit au gouvernement le moyen de démontrer les avantages d'une conception axée sur la conservation et le chauffage solaire passif.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande vivement que les logements financés par le gouvernement fédéral soient construits selon une conception axée sur la conservation et le chauffage solaire passif afin d'en démontrer les avantages.

A cet égard, le Comité a été heureux d'apprendre que, dans le cadre du Programme énergétique national, il est prévu de consacrer une somme de $6 millions pour promouvoir le logement à bonne efficacité énergétique en organisant des ateliers, en mettant en œuvre des programmes de formation et en concevant et construisant un millier de maison «conservatrices d'énergie»

RECOMMENDATION

Energy performance standards for buildings should be incorporated in the National Building Code so that conservation and innovative design and construction are promoted.

RECOMMENDATION

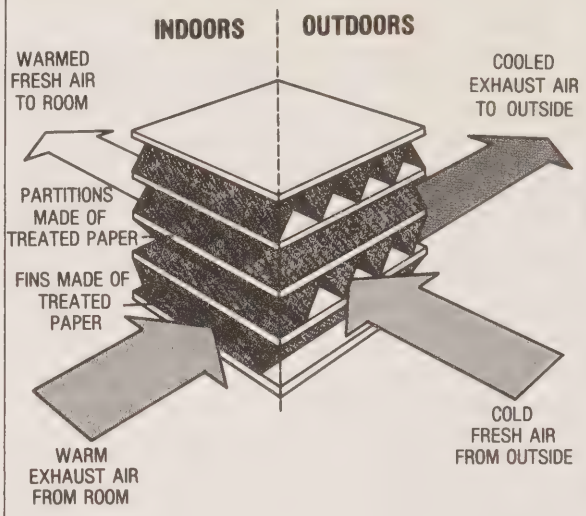
Standard tests for the energy performance of buildings should be established by the Federal Government so that energy-efficiency ratings can be assigned.

The Committee has concluded that performance standards are preferable to prescriptive standards since they do not stifle innovation and thus allow architects and builders freedom of choice in developing energy-efficient housing. Nonetheless, prescriptive examples must still be provided to assist the building trades in adapting to the new standards. The Committee recognizes that building performance is more difficult to assess, but feels that the extra effort is worthwhile. We also recognize that in developing a performance code, regional standards will be required to take account of climatic variations across Canada. The proposed development of such standards for the Canadian Arctic (Canada, EMR, 1980e) is an appropriate beginning to this process.

Another interesting suggestion put before the Committee recommended conducting a voluntary performance test on new housing. A 24-hour airtightness test, similar to a mandatory test done on all new homes in Sweden, would provide a fuel economy rating which consumers could use as a basis for comparing homes. That is to say, like the miles per gallon ratings on cars, such a system would not provide a guaranteed fuel consumption figure but rather a means of comparison. Once homebuyers are made aware of the potential energy savings which can be realized in energy-efficient housing, it is felt that they will begin to demand this sort of home in the marketplace. As a first step, the Federal Government should subject its own buildings and those which it helps finance to such tests. Private contractors should then be encouraged to assign an energy performance rating to their buildings as well.

Airtightness does conserve energy but it may also lead to the accumulation of unacceptable levels of indoor pollutants and to excess humidity if proper precautions are not taken. This problem can be overcome by providing adequate and controlled ventilation in the otherwise airtight building. By passing incoming cold air and outgoing warm air through an air-to-air heat exchanger (Figure 6-1), proper ventilation can be achieved without losing excessive amounts of heat to the outdoors. A number of air-to-air heat exchangers are on the market at prices ranging from $100 to $500, and plans are also available for inexpensive do-it-yourself units.

Figure 6-1: A SIMPLE AIR-TO-AIR HEAT EXCHANGER



As warm and cold air pass each other in separate and alternating layers of the heat exchanger, heat is transferred from the outgoing stale air to the incoming fresh air. This ensures air exchange but recovers most of the heat which would normally escape with the vented air.

Source: After Hand, 1980, p.77.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that the Federal Government establish a standard procedure for testing the airtightness of buildings. The Committee further recommends that, once established, the test be applied to Federal buildings and to all new homes financed through the Canada Mortgage and Housing Corporation.

Further energy savings in buildings can be achieved by reducing lighting levels (provided that the lighting is not already serving to handle part of the heating requirement of the structure).

RECOMMENDATION

Lighting regimes in business and homes should be designed to ensure that electric energy is not wasted.

In a greater departure from typical building design, one witness advocated underground construction as a means of lowering the energy requirement for space heating and cooling. This saving can be realized because temperature fluctuations within the soil or

dans tout le Canada. Si ce programme est étendu au logement social, il aura pour avantage supplémentaire de protéger ceux qui ont besoin de ces logements contre les coûts croissants de l'énergie.

L'initiative du PEN fournit l'occasion d'acquérir l'expérience pratique dont on a tant besoin pour exploiter les modes de chauffage solaire passif. Ces modes de chauffage ne sont nullement simples et il existe un rapport complexe entre la collecte, le stockage et la conservation de l'énergie dans les bâtiments en question. Si l'on ne réalise pas un bon équilibre entre tous ces éléments, la maison à chauffage solaire passif risque de ne pas être une habitation confortable.

L'absence de normes de construction appropriées est un autre obstacle à l'utilisation généralisée des mesures de conservation de l'énergie et du chauffage solaire passif. En octobre 1980, les dix ministres provinciaux de l'énergie ont demandé au gouvernement fédéral de modifier le Code national du bâtiment pour y inclure des éléments de conservation de l'énergie. Cette demande a été suivie par la publication d'un recueil de normes de construction intitulé *Mesures pour la conservation de l'énergie dans les nouveaux bâtiments* (1978). Toutefois, comme dans le cas du Code national, l'adoption de ces mesures par les provinces est purement volontaire de sorte qu'à la fin de 1980, aucune province n'avait adopté les nouvelles normes. La Division des recherches en bâtiment du Conseil national de recherches a donc effectué une étude pour déterminer pourquoi aucune de ces mesures n'avait été adoptée et elle a constaté que la principale raison en était le manque d'inspecteurs qualifiés pour contrôler les nouvelles mesures. Les provinces auraient à assumer les coûts du recyclage des inspecteurs du bâtiment et cela illustre bien le genre de problèmes administratifs auxquels se heurte le gouvernement fédéral lorsqu'il s'efforce de promouvoir la conservation de l'énergie par le biais du code du bâtiment.

Plusieurs témoins ont suggéré au Comité que le gouvernement fédéral devrait élaborer un nouveau code basé sur des normes de rendement énergétique. D'après eux, ces normes serviraient à indiquer à l'industrie du bâtiment et aux consommateurs que la conservation est une importante priorité gouvernementale. En fait, la Division des recherches en bâtiment élabore actuellement des lignes directrices sur les budgets énergétiques de quatre catégories de bâtiment: édifices à bureaux, centres d'achat et magasins de détail, immeubles à appartements et écoles. La Division espère publier ces lignes directrices en 1983 et ce serait là le premier pas en vue de la réalisation d'un ensemble complet de normes de rendement énergétique pour le bâtiment. Tout en élaborant ces normes, la Division étudie aussi comment il serait possible d'en assurer la conformité car cela semble constituer l'un des principaux problèmes. Tous les paliers du gouvernement devront coopérer si l'on doit réaliser des progrès.

RECOMMANDATION

Il faudrait incorporer des normes de rendement énergétique au Code national du bâtiment afin de promouvoir une conception et une construction axées sur l'innovation et la conservation.

RECOMMANDATION

Le gouvernement fédéral devrait établir des essais normalisés pour mesurer le rendement énergétique des bâtiments afin que l'on puisse attribuer aux bâtiments des cotes d'efficience énergétique.

Le Comité a conclu que des normes de rendement étaient préférables à des normes prescriptives car elles ne font pas obstacle à l'innovation et laissent aux architectes et aux constructeurs la latitude voulue bour bâtir des logements efficaces sur le plan énergétique. Il faut néanmoins fournir des exemples prescriptifs pour aider les corps de métier à s'adapter aux nouvelles normes. Le Comité reconnaît qu'il est plus difficile d'évaluer le rendement d'un bâtiment mais estime que les efforts supplémentaires en valent la peine. Il reconnaît également que dans tout code de rendement, il faudra prévoir des normes régionales pour tenir compte des variations climatiques d'une région à l'autre du Canada. L'élaboration projetée des normes de ce genre pour l'Arctique canadien (Canada, EMR, 1980e) est un bon point de départ.

On a également recommandé au Comité la mise en place d'un programme bénévole d'essais de rendement pour les nouveaux logements. Un essai d'étanchéité de 24 heures, semblable à l'essai obligatoire que doivent subir toutes les nouvelles maisons en Suède, fournirait une évaluation des économies d'énergie pouvant aider les consommateurs à comparer les maisons. Comme pour l'évaluation du millage au gallon pour les voitures, ce système n'indiquerait pas la consommation garantie, mais plutôt un chiffre pouvant servir de comparaison. Une fois que les acheteurs de maison connaîtront les économies potentielles d'énergie qui peuvent être réalisées dans les maisons à bonne efficacité énergétique, ils commenceront à demander ce genre de maison sur le marché. Le gouvernement fédéral devrait montrer l'exemple en y soumettant ses propres bâtiments et ceux qu'il aide à financer. On pourrait ensuite encourager les entrepreneurs privés à affecter à leurs bâtiments des cotes de rendement énergétique.

L'étanchéité conserve bel et bien l'énergie, mais elle peut aussi entraîner une accumulation inacceptable

bedrock are much smaller than in the air. For example, an estimated 10% of all cold storage in the United States is underground in Kansas City. In Scandinavia more than 200 underground units are now in operation for storing petroleum products. Experience here has shown that the construction and operating costs of such facilities are 30 to 50% less than for surface storage and that the energy required to keep the oil warmed to 50 to 70°C (to avoid coagulation and other problems with product quality) is reduced by 60 to 80% (Jansson *et al,* 1980). Cold storage and frozen storage facilities similarly demonstrate impressive energy savings when located underground.

The Swedes are also considering transporting hot water up to 120 km from a nuclear power station to serve district heating systems in Stockholm and Uppsala. The water would be moved through unlined rock tunnels because heat conduction in rocks is so low that the loss of thermal energy would be minimal.

While the groundwater regime and other subsurface conditions will prevent underground construction from being practiced in some locales, this approach should be receiving more serious consideration in Canada.

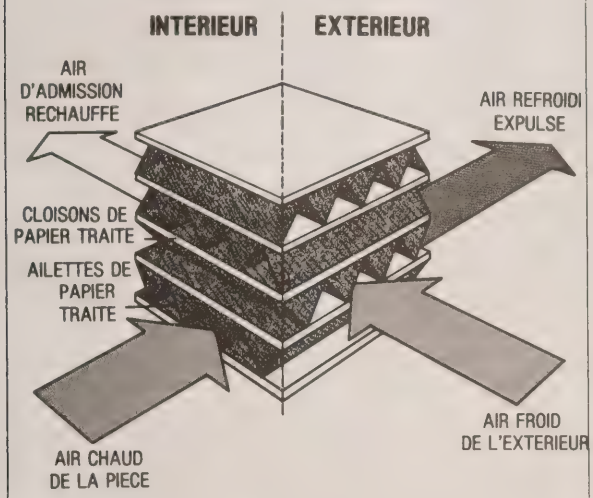
RECOMMENDATION

Underground construction should be encouraged in appropriate circumstances as an energy-conserving building technology.

As we noted at the beginning of this section, we have done little more than give examples of some energy-conserving suggestions made to the Committee. Nevertheless, the breadth of these suggestions has reinforced our conclusion that the conservation resource is rich indeed and worthy of much more attention than it has thus far received.

de polluants à l'intérieur, et une humidité excessive, si l'on ne prend pas les précautions nécessaires. On peut surmonter ce problème en prévoyant une ventilation adéquate et contrôlée dans un bâtiment étanche par ailleurs. En faisant entrer l'air froid et sortir l'air chaud par un échangeur thermique (Figure 6-1), on obtient une bonne ventilation sans perdre trop de chaleur. Il existe sur le marché un certain nombre d'échangeurs thermiques dont les prix varient entre $100 et $500 et on peut également se procurer des plans pour fabriquer soi-même un échangeur bon marché.

Figure 6-1: SIMPLE ÉCHANGEUR THERMIQUE AIR-AIR



Quand l'air chaud et l'air froid passent l'un au-dessus de l'autre dans les couches superposées de l'échangeur thermique, la chaleur de l'air vicié sortant est transférée à l'air frais qui entre. L'échange d'air a donc lieu mais on récupère la plus grande partie de la chaleur qui s'échappe normalement avec l'air vicié.

Source: Hand, 1980, p. 77.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande que le gouvernement fédéral établisse une procédure normalisée de vérification de l'étanchéité des bâtiments. Le Comité recommande également qu'une fois établi, ce test de vérification soit appliqué à tous les édifices fédéraux et à toutes les nouvelles maisons financées par l'intermédiaire de la Société canadienne d'hypothèques et de logement.

On peut également réaliser des économies dans les bâtiments en réduisant les niveaux d'éclairage (à condition que l'éclairage ne serve pas déjà à assurer une partie du chauffage du bâtiment).

RECOMMANDATION

Dans les locaux commerciaux comme dans les maisons, on devrait concevoir des régimes d'éclairage qui n'entraînent pas un gaspillage de l'énergie électrique.

S'éloignant encore davantage des conceptions traditionnelles, un témoin a préconisé la construction souterraine pour réduire la quantité d'énergie nécessaire au chauffage et au refroidissement des locaux. Des économies d'énergie seraient possibles parce que la température fluctue bien moins dans le sol et dans la roche que dans l'air. A titre d'exemple, on estime que 10% de tout le stockage à froid aux États-Unis se fait dans des constructions souterraines de Kansas City. En Scandinavie, on trouve actuellement plus de 200 réservoirs souterrains servant au stockage des produits pétroliers. L'expérience a montré que la construction et l'exploitation de ces installations coûtaient 30% à 50% de moins que celles d'installations de surface et qu'on réduisait de 60% à 80% l'énergie nécessaire pour maintenir le pétrole à une température de 50 à 70° C (pour éviter la coagulation et d'autres problèmes avec la qualité du produit) (Jansson *et al.*, 1980). De même, on peut réaliser de très importantes économies d'énergie en construisant sous terre les installations de stockage à froid et par congélation.

Les Suédois envisagent également de transporter l'eau chaude d'une centrale nucléaire sur une distance de 120 km pour servir aux systèmes de chauffage collectif de Stockholm et d'Uppsala. L'eau passerait dans des tunnels creusés dans la roche car la conduction y est si faible que les pertes d'énergie thermique seront minimes.

Dans certaines localités, la nappe phréatique et d'autres conditions du sous-sol peuvent interdire ce genre de construction mais c'est une solution à laquelle on devrait songer plus sérieusement au Canada.

RECOMMANDATION

On devrait encourager la construction souterraine car il s'agit d'une technologie de construction qui permet de conserver l'énergie.

Comme nous l'avons fait remarquer au début de la section, nous n'avons fait guère plus que présenter des exemples de conservation d'énergie suggérés au Comité. Néanmoins, l'ampleur des suggestions a renforcé notre conclusion que la ressource que constitue la conservation est en fait très importante et mérite de recevoir plus d'attention qu'elle n'en a eue jusqu'à présent.

Biomass Energy



The term biomass refers to all matter of plant and animal origin excluding fossil fuels. This organic material is an exploitable energy resource because the carbon contained in the large molecules of biological organisms can be made to undergo a variety of chemical reactions which either release energy directly, or convert the original substance into new forms which can be reacted later to release energy.

The abundance and variety of organic matter which makes up the biosphere contains a large amount of energy. With petroleum destined to lose its preeminent position in our energy affairs, biomass has become more attractive as an alternative source. Originally biomass supplied most of this country's energy needs but when inexpensive fossil fuels became available to consumers, first coal then petroleum supplanted biomass as Canada's most important energy source. Today biomass meets only 3 to 4% of Canada's primary energy requirements.

Strictly speaking, biomass energy can be classified as a form of solar energy because plants are really organic solar receptors which intercept, transform and store the energy of the sun's radiation in the chemical bonds of large, complex, organic molecules. The chemical energy contained in such macromolecules can be released in a variety of ways (Figure 6-2): it can be burned directly; it can be gasified under anaerobic, aerobic or oxygenated conditions to produce synthesis gas; it can be hydrolyzed and fermented to alcohols; or, it can be anaerobically digested to produce biogas (methane). Thus biomass is a flexible energy source which can produce a variety of products, all of which are eventually combined with oxygen to release energy and do useful work.

Biomasse

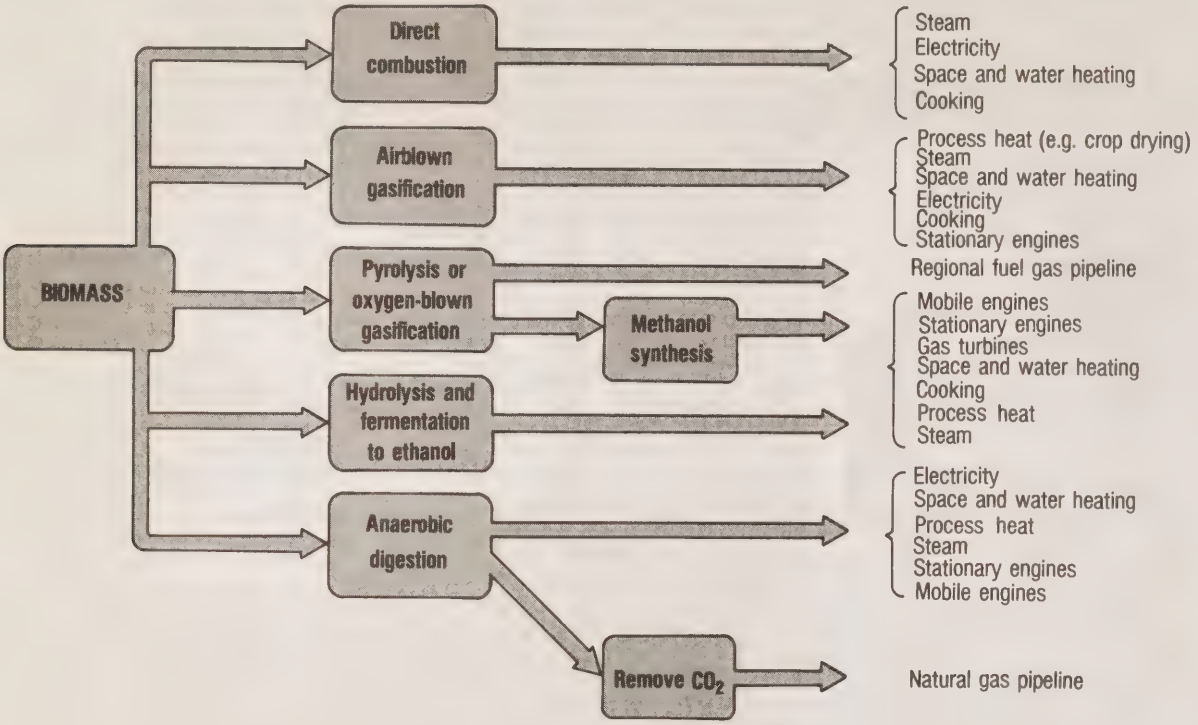


Le terme biomasse englobe toutes les matières d'origine végétale ou animale à l'exception des combustibles fossiles. Cette matière organique représente une source énergétique exploitable étant donné que le carbone contenu dans les grosses molécules des organismes biologiques peut être intégré à une variété de réactions chimiques susceptibles soit de dégager directement l'énergie, soit de convertir la matière première en une matière qui peut faire l'objet d'une combustion ultérieure et produire de l'énergie.

Les matières organiques abondantes et variées qui constituent la biosphère contiennent une quantité énorme d'énergie. Au fur et à mesure que le pétrole perdra sa prédominance dans notre bilan énergétique, la biomasse s'imposera comme source intéressante d'énergie de remplacement. A l'origine, la biomasse répondait à la quasi-totalité des besoins énergétiques de notre pays mais, lorsque les combustibles fossiles furent offerts aux consommateurs à prix modique, le charbon puis le pétrole n'ont pas tardé à la supplanter et à devenir la plus importante source d'énergie du Canada. A l'heure actuelle, la biomasse ne répond qu'à trois à quatre pour cent des besoins énergétiques primaires du Canada.

A vrai dire, l'énergie de la biomasse peut être considérée comme une forme d'énergie solaire, étant donné que les plantes sont en réalité des capteurs solaires organiques qui interceptent, transforment et emmagasinent l'énergie du rayonnement dans les liaisons chimiques des macromolécules organiques complexes. L'énergie chimique contenue dans ces macromolécules peut être libérée de plusieurs façons (figure 6-2): on peut la brûler directement; on peut la gazéifier en milieu aérobie, anaérobie ou riche en oxygène pour produire du gaz de synthèse; on peut la transformer en alcool par hydrolyse et par fermentation; traiter dans un

Figure 6-2: FUEL USES FOR BIOMASS



Source: United States, Office of Technology Assessment, 1980a, p. 24.

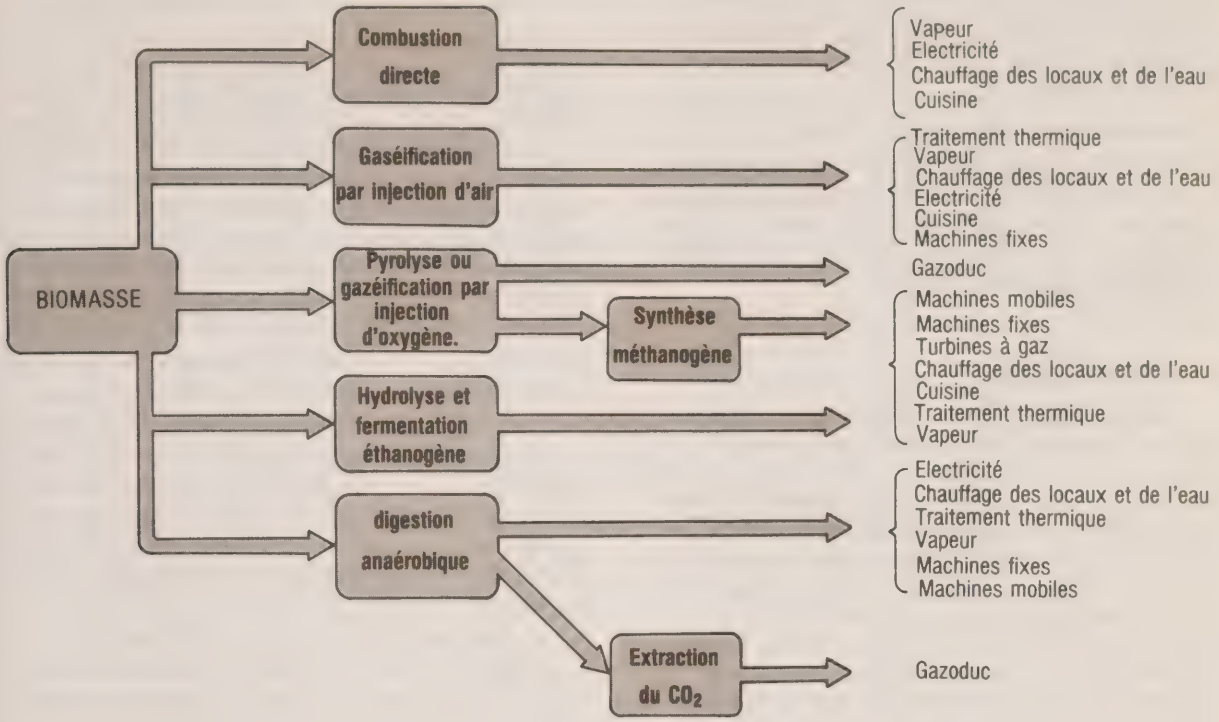
There are a number of advantages which accrue from exploiting biomass as a source of energy.

- It is an abundant resource.
- It is available in many different forms and can be adapted to a variety of uses.
- Biomass is continuously renewable provided adequate resource management practices are carried out.
- Its combustion can not only provide energy but it can also help reduce the waste disposal and/or pollution problems associated with the forest, pulp and paper, and food processing industries, and with the municipal and agricultural sectors.
- The combustion of recently living organic matter does not significantly alter the concentration of carbon dioxide in the atmosphere as does the combustion of fossil fuels. (This presumes proper management of the biomass resource.)
- Biomass is a widely dispersed resource which can often be well matched to regional requirements and small decentralized sites for energy production.
- Biomass can replace high-sulphur-content fossil fuels and, in so doing, can reduce sulphur dioxide emissions, one of the prime causes of acid rain.

There are, however, a number of difficulties associated with using biomass for energy production on a large scale.

- The harvesting of vast amounts of biomass could radically modify natural ecosystems and irreversibly damage them or, even worse, completely displace them. (This impact could be reduced with proper resource management; however, if very large amounts of energy were to be derived from biomass, the amount of growing space required would be correspondingly extensive.)
- There is a great deal of controversy over whether large tracts of land should be used for food or energy production.
- The resource is often remote in location.
- It typically has a low energy density (contains a low amount of energy per unit weight).
- It is often difficult to ship and store because of its wide variety of forms, which means that much of this resource is not economically exploitable with prevailing energy costs.
- Biomass usually has a high moisture content, meaning it must be dried before burning because energy con-

Figure 6-2: MODES D'EXPLOITATION ÉNERGÉTIQUE DE LA BIOMASSE



Source: États-Unis, Office of Technology Assessment, 1980, p. 24.

digesteur anaérobie pour produire du biogaz (méthane). La biomasse est donc une source énergétique malléable capable de donner une variété de produits qui, combinés à l'oxygène, libèrent une énergie utile.

L'exploitation de la biomasse comme source d'énergie a de nombreux avantages.

- C'est une matière première abondate.
- Elle se présente sous des formes diverses et peut se prêter à une variété d'usages.
- Elle est inépuisable moyennant une gestion adéquate.
- Sa combustion ne se limite pas à la production d'énergie; elle aide également à réduire les problèmes d'évacuation des déchets et (ou) de la pollution associés aux industries forestières, aux industries des pâtes et papier, aux industries alimentaires, aux activités municipales et aux exploitations agricoles.
- La combustion des matières organiques fraîches ne modifie pas substantiellement les concentrations de gaz carbonique dans l'atmosphère, à l'inverse de la combustion des combustibles fossiles (moyennant une gestion rationnelle de la biomasse).
- La biomasse est caractérisée par sa grande dispersion qui fait que son adaptation aux besoins énergétiques des régions et des petites localités isolées est fréquemment réalisable.
- La biomasse peut remplacer les combustibles fossiles à forte teneur en soufre et, de ce fait, réduire les effluents d'anhydride sulfureux qui constituent l'une des principales causes de pluies acides.

L'utilisation de la biomasse pour produire de l'énergie à grande échelle ne se ferait toutefois pas sans difficultés.

- L'exploitation extensive de la biomasse risquerait de modifier radicalement les écosystèmes naturels en leur occasionnant des dégâts irréversibles ou, ce qui est encore pire, de les bouleverser totalement. (Ces risques pourraient être mitigés grâce à une gestion rationnelle des ressources; néanmoins, pour tirer de grosses quantités d'énergie de la biomasse, les surfaces exploitées devraient être immenses).
- L'utilisation de vastes surfaces comme source de nourriture ou d'énergie constitue un important sujet de controverse.
- La biomasse se situe très souvent dans des régions éloignées.

tent is inversely proportional to water content and combustion efficiency increases with fuel dryness.

- If biomass is burned in numerous, small, widely-dispersed combustion units, it is difficult to control or contain emissions.
- Biomass has a relatively high ash content.
- The incomplete combustion of biomass, such as occurs in most wood stoves and fireplaces, releases polycyclic organic matter (including benzo [a] pyrene and several other known or suspected cancer-producing agents) to the atmosphere.

1. ALCOHOL FUELS

There are two types of alcohol which have recently received attention as possible transportation fuels. These alcohols are methanol, characterized by the chemical formula CH_3OH, and ethanol, C_2H_5OH. Although the former is usually associated with the feedstock wood (methanol has long been referred to as wood alcohol), it can also be synthesized from other biomass feedstocks, as well as from natural gas and coal. Ethanol can similarly be derived from wood but the process has not yet reached the commercial stage and nearly all ethanol is produced from the fermentation of sugar- or starch-containing biomass.

Alcohols have long been considered attractive as liquid fuels. Henry Ford originally designed the Model T to run on alcohol and later modified the design to accommodate alcohol, gasohol or gasoline when petroleum-derived fuels became cheap and plentiful. Alcohols are well suited for use as fuels because they are completely biodegradable, are easily portable, have a relatively high Btu content per unit weight (Table 6-1), burn cleaner than petroleum-derived fuels, and have a higher octane rating than pure gasoline with no additives (octane number is a measure of a fuel's resistance to self-ignition). The combustion products of ethanol are discussed in the section on Nonconventional Propulsion.

Table 6-1: ENERGY CONTENT OF METHANOL, ETHANOL AND GASOLINE

	Btu/lb	MJ/kg
Methanol	8,570	20
Ethanol	11,500	27
Gasoline	18,900	44

Source: After Mathers, 1980, p. XXII-11.

A. ETHANOL

Ethanol (C_2H_5OH) is produced almost exclusively by fermentation and all such processes consist of four basic steps: (1) the feedstock is processed and/or treated to produce a sugar solution; (2) yeasts or bacteria convert the sugar to ethanol and carbon dioxide; (3) distillation is used to remove the ethanol from the fermentation solution, yielding an ethanol/water solution which is at best 95.6% ethanol at normal pressures; and (4) any remaining water is removed to produce "dry" or anhydrous ethanol. This latter step is usually accomplished by a second distillation in the presence of another chemical.

Distillation

Distillation is a physical process which consists in this application of heating an ethanol-water solution and passing the resultant vapour through a cooling column in which the vapour condenses and revapourizes numerous times — a process that concentrates the ethanol and removes the water.

Because the boiling points of ethanol and water are very close, however, a certain amount of water is entrained with the ethanol as it vapourizes and condenses; thus the ethanol cannot be made more pure than 95.6% by this process alone.

The main distinctions among fermentation processes utilizing different feedstocks arise primarily out of differences in the *pretreatment* steps to which the feedstock is subjected. Sugar-containing crops such as sugarcane, sweet sorghum, sugar beets and sugar mangels yield sugar directly upon processing, but the sugar must be concentrated or treated in some other fashion for storage to prevent it from being broken down by bacteria. Starch-containing feedstocks such as corn and other grains need to be broken down (hydrolyzed) with enzymes (biological catalysts) or acids to reduce or convert the starch to sugar. Similarly, cellulosic (woody or cellulose-containing) feedstocks such as crop residues, grasses, wood and municipal wastepaper require extensive hydrolysis (either acidic or enzymatic) to reduce their more inert, long-chain, cellulose molecules to sugar subunits. No commercial cellulose-to-ethanol installations exist at the present time but pilot plants have been established in Brazil using eucalyptus wood. Small-scale experiments are being carried out in Canada as well.

Ethanol can of course be produced from starch and sugar feedstocks with commercially available technology. Starch feedstocks are primarily grain crops such as corn, wheat and oats, but also include various root plants such as potatoes. The sugar feedstocks are

- La biomasse se caractérise par une faible densité énergétique (faible rendement énergétique par unité de poids).
- La grande variété de ses formes complique souvent son transport et son stockage, ce qui fait qu'avec les coûts actuels de l'énergie, l'exploitation d'une grande partie de cette ressource n'est pas rentable.
- La biomasse se caractérise habituellement par une forte teneur en eau qu'il faut éliminer avant la combustion, étant donné que le potentiel énergétique d'un combustible est inversement proportionnel à sa teneur en eau et que le rendement de sa combustion est directement fonction de sa déshydratation.
- Si la combustion de la biomasse s'effectue dans des installations nombreuses, petites et largement dispersées, il est difficile de contrôler ses effluents ou de limiter leur propagation.
- La combustion de la biomasse donne un résidu important sous forme de cendres.
- Une combustion incomplète de la biomasse, comme c'est le cas dans la plupart des poêles à bois et feux ouverts, dégage dans l'atmosphère de grandes quantités de matières organiques polycycliques (notamment le benzo(a)pyrène et plusieurs autres agents carcinogènes ou soupçonnés de l'être).

1. LES CARBURANTS ALCOOLISÉS

Parmi les alcools susceptibles de constituer des carburants transportables et liquides, deux types revêtent depuis quelques temps une importance particulière: le méthanol (CH_3OH) et l'éthanol (C_2H_5OH). Le premier, le méthanol est habituellement associé à l'utilisation énergétique du bois (on l'a longtemps appelé alcool de bois) mais il peut également être produit par synthèse à partir d'autres matières premières ou à partir du gaz naturel ou du charbon. L'éthanol peut également provenir du bois mais le procédé n'a pas encore atteint le stade commercial, ce qui fait que presque tout l'éthanol est produit par la fermentation d'une biomasse riche en sucre ou en amidon.

Les alcools ont toujours été considérés comme des carburants liquides séduisants. En fait, le Modèle T de Henry Ford était conçu à l'origine pour fonctionner à l'alcool puis fut modifié en vue d'utiliser l'alcool, le gasohol ou carburol ou l'essence lorsque les carburants à base de pétrole sont devenus bon marché et abondants. Les alcools feraient d'excellents carburants: en effet, ils sont entièrement biodégradables, sont facilement transportables, ont un pouvoir calorifique élevé par une unité de poids (tableau 6-1), brûlent d'une façon plus propre que les carburants à base de pétrole et ont un indice d'octane plus élevé que celui de l'essence pure sans additifs. (L'indice d'octane est une mesure du pouvoir anti-détonant d'un carburant). Les sous-produits de la combustion de l'éthanol sont étudiés au chapitre consacré aux propulsions de type non-classique.

Tableau 6-1: TENEUR ÉNERGÉTIQUE DU MÉTHANOL, DE L'ÉTHANOL ET DE L'ESSENCE

	BTU/livre	Mj/kg
Méthanol	8,570	20
Éthanol	11,500	27
Essence	18,900	44

Source: D'après Mathers, 1980.

A. L'ÉTHANOL

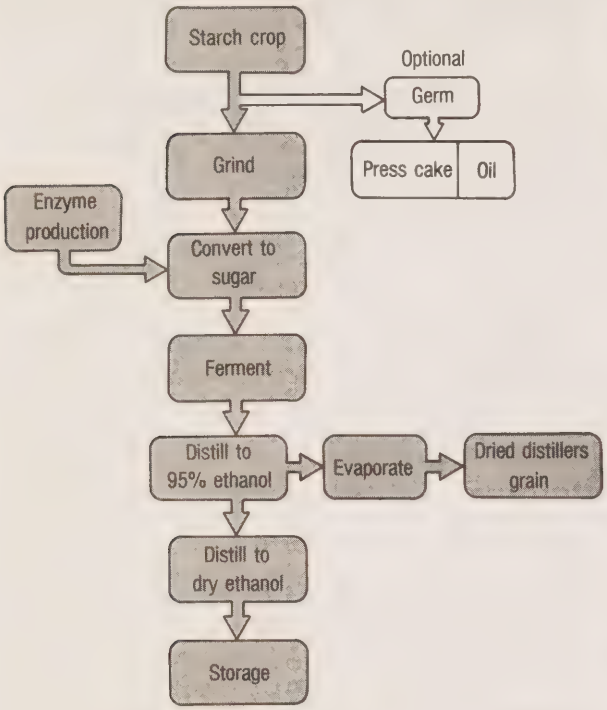
L'éthanol (C_2H_5OH) s'obtient quasi-exclusivement par voie de fermentation, et tous ces procédés comportent quatre étapes fondamentales: (1) la matière première est traitée pour produire une solution sucrée; (2) les saccharomyces ou bactéries transforment le sucre en éthanol et en gaz carbonique; (3) un processus de distillation permet d'extraire l'éthanol de la solution de fermentation, ce qui donne une solution d'éthanol et d'eau qui, dans les meilleures conditions et sous des pressions normales, contient 95.6% d'éthanol; (4) l'eau résiduelle est extraite pour obtenir l'éthanol «sec» ou anhydre. Cette dernière étape s'effectue normalement moyennant une seconde distillation en présence d'une autre substance chimique.

La distillation

La distillation est un processus physique qui, dans ce cas, consiste à chauffer une solution d'éthanol et d'eau et à faire passer la vapeur obtenue à travers un serpentin de refroidissement dans lequel elle se condense puis se réévapore plusieurs fois—un processus qui concentre l'éthanol et élimine l'eau.

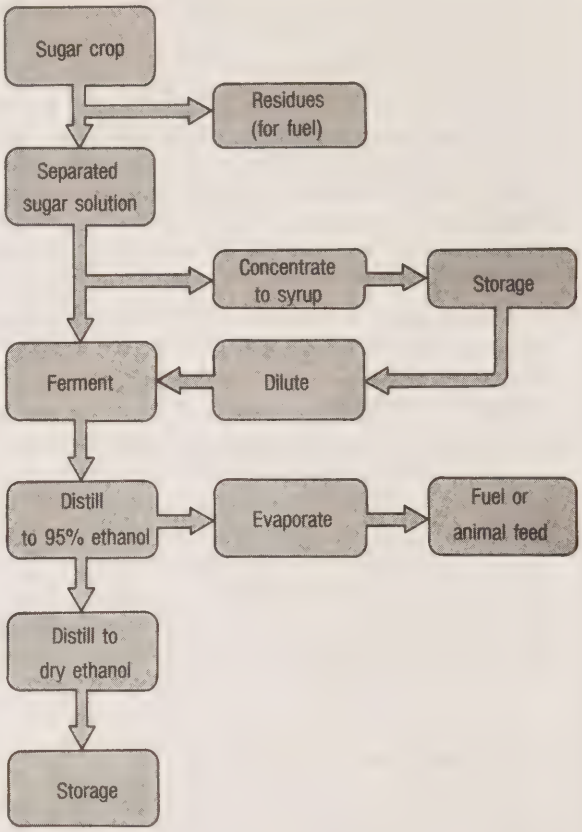
Étant donné que les points d'ébullition de l'éthanol et de l'eau sont très voisins, une certaine quantité d'eau accompagne l'éthanol à ses phases de vaporisation et de condensation, ce qui fait que le taux de pureté de l'éthanol fourni par ce seul procédé ne saurait dépasser 95.6 pour cent.

Figure 6-3: PROCESS DIAGRAM FOR THE PRODUCTION OF FUEL ETHANOL FROM STARCH-CONTAINING CROPS



Source: United States, Office of Technology Assessment, 1980b, p. 160.

Figure 6-4: PROCESS DIAGRAM FOR THE PRODUCTION OF FUEL ETHANOL FROM SUGAR-CONTAINING CROPS



Source: United States, Office of Technology Assessment, 1980b, p. 160.

plants such as sugarcane, sweet sorghum, sugar beets, mangels and Jerusalem artichokes. The two processes for producing ethanol from starch and sugar feedstocks are shown schematically in Figures 6-3 and 6-4.

The attractiveness of ethanol derives from the fact that it can be used directly as a portable liquid transportation fuel or it can be mixed with gasoline to produce gasohol. In either case, it reduces demand for gasoline.

Mohawk Oil is the first company in Canada to produce gasoline-ethanol fuels. This company will be using ethanol, manufactured from damaged or surplus agricultural crops at the rate of approximately two million gallons per year (roughly 155 barrels per day) in a revamped distillery, to produce gasohol for sale in retail outlets in Manitoba.

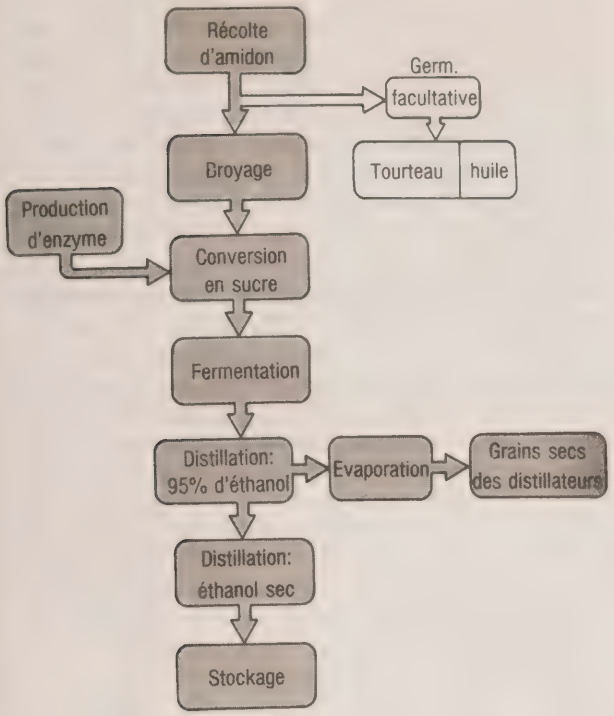
The proposal to make ethanol from *cellulose* is very appealing as it would allow exploitation of Canada's substantial cellulosic biomass resource, including wood wastes, spruce-budworm and fire-damaged wood, for feedstock. This resource is much larger than that represented by our starch and sugar crops and our food processing wastes combined, and its exploitation would avoid using food crops for energy production. Unfortunately, there are problems in breaking down cellulose to sugars which can be fermented to ethanol.

Wood

Wood is composed primarily of cellulose, hemicellulose and lignin. Cellulose can be broken down to sugar and then fermented to alcohol. Hemicellulose, on the other hand, is composed of 5-carbon sugar (pentose) subunits and is more difficult to convert to ethanol. Researchers at the NRC have, however, made good progress in developing organisms capable of pentose fermentation. Lignin binds the woody material together, makes the cellulose difficult to hydrolyze and is itself not fermentable to alcohol.

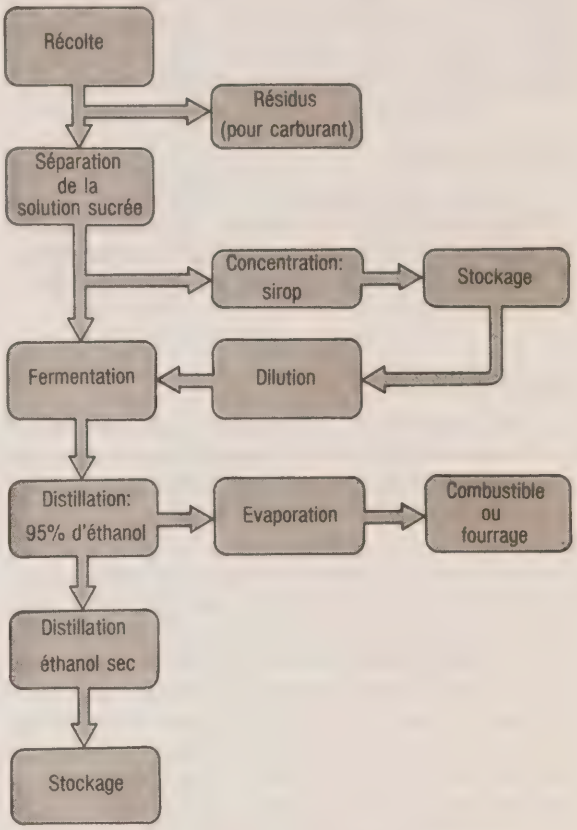
A new process has been developed in Canada whereby cellulosic material is steam exploded to open the wood structure and make the cellulose accessible for hydrolysis. This technique, together with the development of new hydrolytic enzymes, new genetically-engineered fermenting organisms and new ways of separat-

Figure 6-3: SCHÉMA DU PROCESSUS DE PRODUCTION DE L'ÉTHANOL À PARTIR DES RÉCOLTES AMYLACÉES



Source: États-Unis, Office of Technology Assessment, 1980b, p. 160.

Figure 6-4: SCHÉMA DU PROCESSUS DE PRODUCTION DE L'ÉTHANOL À PARTIR DES RÉCOLTES SUCRIÈRES



Source: États-Unis, Office of Technology Assessment, 1980b, p. 160.

Les principales distinctions entre les procédés de fermentation utilisant diverses matières premières résident surtout dans les étapes du *prétraitement* auxquelles on soumet la matière première. Les matières premières sucrières telles que la canne à sucre, le sorgho doux, la betterave sucrière et la betterave fourragère sucrée produisent directement le sucre lorsqu'elles sont traitées, mais ce sucre doit normalement être concentré ou transformé pour être emmagasiné sinon il sera rapidement décomposé par les bactéries. Les matières premières amylacées telles que le maïs et autres céréales doivent être décomposées (hydrolysées) en présence d'enzymes (catalyseurs biologiques) ou d'acides pour réduire ou convertir l'amidon en sucre. Les matières premières cellulosiques (ligneuses ou riches en cellulose) telles que les déchets des récoltes, les plantes herbacées, le bois et les déchets de papier provenant des ordures municipales, nécessitent une hydrolyse poussée (à l'acide ou aux enzymes) afin de réduire en sous-unités de type sucre leurs molécules cellulosiques plus inertes et à chaînes longues. Il n'existe jusqu'à présent aucune installation commerciale pour la transformation de la cellulose en éthanol, mais le Brésil a construit des usines pilotes utilisant le bois d'eucalyptus et des expériences à échelle réduite sont effectuées au Canada.

L'éthanol peut être produit à partir de l'amidon et du sucre moyennant une technologie déjà utilisée commercialement. Les matières premières amylacées sont constituées en premier lieu par les céréales comme le maïs, le blé et l'avoine, mais peuvent également inclure des tubéreuses comme la pomme de terre. Les matières premières sucrières sont constituées par les plantes comme la canne à sucre, le sorgho doux, la betterave sucrière, la betterave fourragère et le topinambour. Les figures 6-3 et 6-4 illustrent les deux procédés de production de l'éthanol à partir des matières premières riches en amidon et en sucre.

L'attrait de l'éthanol découle de la possibilité de son utilisation directe comme carburant liquide ou de

ing and utilizing the lignin by-product of the process, promises to make the production of ethanol from cellulosic feedstocks much more attractive in the future. If biotechnological research produces new organisms which can improve the efficiency of the overall process, ethanol from biomass may become a much more attractive alternative energy option in the future.

CONCLUSION

Canada could become a world leader in cellulose-to-ethanol technology by encouraging the research, development and demonstration of novel processes already being developed in this country.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that the Federal Government, through Canertech, encourage the research, development and commercialization of cellulose-to-ethanol technology.

The controversy over whether or not ethanol production from agricultural crops results in a net energy gain remains to be resolved. If there is a net energy gain, it is certainly small. Similarly, the controversy over whether agricultural crops should be used for food or for fuel rages on. Many observers now agree, however, that two competing end uses for the same product will inevitably lead to increased food prices and perhaps, in some instances, to food shortages in the future.

CONCLUSION

The Committee believes that fuel ethanol should be produced from spoiled and/or surplus crops and from crops grown on marginal land. Only in special circumstances should prime agricultural land or crops be exploited.

CONCLUSION

The Committee believes that exploitable ethanol feedstock resources (not counting cellulose) cannot provide enough ethanol to power the whole transportation sector.

RECOMMENDATION

Ethanol should be used as a gasoline extender only and not as a substitute transportation fuel in pure form, except perhaps on farms.

Individuals and members of farm co-operatives may wish to proceed with alcohol production using surplus or damaged crops or biomass grown on marginal land. To date, experience with the on-farm production of alcohol in the United States has shown that this can be an expensive and frustrating venture. Nevertheless, some farmers feel such production could be profitable and provide a measure of energy self-sufficiency on the farm. There is no single recommended method for ethanol distillation and each operation must consider the availability of conventional fuels for the distillation process as well as the kind of ethanol feedstock available. For example, the amount of ethanol which can be derived from different crops varies widely (Table 6-2). Furthermore, farmers must take into account the capital investment required for stills and the use to which the alcohol and by-products of distillation will be put.

Table 6-2: POTENTIAL ALCOHOL YIELD FROM SELECTED STARCH- AND SUGAR-CONTAINING CROPS

Crop	Yield[a] (litres/tonne)
Corn	430
Winter wheat	410
Barley	390
Rye	390
Spring wheat	380
Mixed grains (West)	350
Buckwheat	350
Peas, beans	350
Mixed grains (East)	330
Oats	270
Potatoes	110
Jerusalem artichokes	87-100[b]
Fodder beets	70-77[b]
Sugar beets	70
Field roots	30

[a] Yield assumes a maximum theoretical conversion to alcohol of 95%. The efficiency on farms would more likely be 50 to 85%.
[b] Preliminary values.

Source: Canada, Department of Agriculture, 1980, p. 4; and personal communication, Department of Agriculture, 1981.

The on-farm distillation of ethanol can give a measure of independence from conventional fuels because gasoline engines can burn gasohol containing between 10 and 20% ethanol without modification and apparently without causing damage. Kits are being developed to allow gasoline and diesel engines to burn mixtures of

son mélange avec l'essence pour produire le gazohol ou carburol. Dans l'un et l'autre cas, il a le mérite de réduire la demande pour l'essence.

Mohawk Oil est la première compagnie au Canada à produire des carburants à base d'essence et d'éthanol. Cette compagnie utilisera l'éthanol produit dans une distillerie rénovée à partir de surplus agricoles ou de récoltes endommagées, à raison de 2 millions de gallons environ par an (plus ou moins 155 barils par jour) pour produire un gazohol qui sera vendu au détail sur le marché du Manitoba.

La proposition visant la production de l'éthanol à partir de cellulose est particulièrement digne d'intérêt: elle permet d'utiliser comme matière première l'énorme biomasse cellulosique dont dispose le Canada (et notamment les déchets de bois, de même que les grumes détruites par les incendies de forêt et les épinettes attaquées par la tordeuse) dont le volume dépasse de loin l'ensemble de nos récoltes amylacées et sucrières et des déchets de nos usines de produits alimentaires et dont l'exploitation permettra d'éviter l'utilisation des récoltes vivrières pour la production d'énergie. Malheureusement, la conversion de la cellulose en sucre transformable par fermentation en éthanol pose un certain nombre de problèmes.

Le bois

Le bois se compose principalement de cellulose, d'hémicellulose et de lignine. La cellulose peut être décomposée en vue de la fermentation alcoolique; par contre l'hémicellulose qui se compose de sucre en C_5 (pentose) est plus difficile à transformer en éthanol. Rappelons toutefois que les chercheurs du CNRC ont réalisé de grands progrès dans le développement d'organismes capables de fermenter le pentose. La lignine, qui sert de liant aux substances ligneuses, rend l'hydrolyse de la cellulose plus difficile et ne se prête pas elle-même à la fermentation alcoolique.

On a élaboré au Canada un nouveau procédé par lequel la matière cellulosique éclate sous l'effet de la vapeur pour désagréger la texture ligneuse et exposer la cellulose à l'hydrolyse. Avec le développement de nouveaux enzymes hydrolytiques, de nouveaux organismes de fermentation génétiquement structurés et de nouveaux moyens de séparation et d'utilisation de la lignine dérivée par ce procédé, cette technique place sous une perspective d'avenir bien plus prometteuse la production de l'éthanol à partir des matières premières cellulosiques. Si la recherche biotechnologique produit de nouveaux organismes capables d'améliorer le rendement du procédé global, l'éthanol dérivé de la biomasse a de fortes chances de s'imposer à l'avenir comme une excellente énergie de remplacement.

CONCLUSION

En encourageant la recherche, le développement et l'expérimentation des procédés inédits qui sont déjà en voie d'élaboration dans ses établissements, le Canada occupera une place mondiale d'avant-garde dans la technologie de la conversion de la cellulose en éthanol.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande que le gouvernement fédéral encourage, par l'intermédiaire de Canertech, la recherche, le développement et la commercialisation des technologies de la conversion de la cellulose en éthanol.

La production d'éthanol à partir des récoltes agricoles donne-t-elle lieu à un gain énergétique net? La réponse à cette question constitue encore un sujet de controverses, toujours est-il que le gain énergétique net, si jamais il existe, est certainement faible. Les récoltes agricoles devraient-elles servir à des fins alimentaires ou énergétiques? Cette question est, elle aussi, controversée et, sous ce rapport, bien des observateurs estiment qu'en exposant ces récoltes à deux modes d'exploitation concurrentiels on aboutira inévitablement à une hausse des prix et, dans certains cas, à une pénurie des denrées alimentaires.

CONCLUSION

Le Comité estime que le Canada ne devrait utiliser les meilleures terres agricoles et les récoltes prisées pour la production d'éthanol utilisable comme carburant que dans des cas très particuliers, et affecter à cette fin les cultures excédentaires ou les récoltes abîmées, ainsi que les récoltes provenant de terres de moindre valeur agricole.

CONCLUSION

Le Comité estime que les matières premières (à l'exception de la cellulose) exploitables pour la production d'éthanol ne peuvent pas fournir une quantité d'éthanol capable de répondre intégralement aux besoins du secteur des transports.

RECOMMANDATION

L'éthanol devrait servir uniquement comme additif à l'essence et non comme produit de remplacement intégral des carburants utilisés pour les transports, sauf peut-être dans les fermes.

gasoline (or diesel), alcohol and water, and engines which run on pure alcohol have been developed although they are not commercially available in Canada.

The economic risk of farm-scale alcohol production is not well defined. Farmers may find this activity worthwhile if they are good handymen and can build a still rather than buy a commercial set-up. They may also not count their own labour in overall costs. In any event there will be some capital outlay and interest to be paid on the capital. In addition, the farmer must consider the loss in revenue from not selling that portion of a crop which is used as ethanol feedstock, plus the costs of depreciation, operation, energy inputs, chemicals, enzymes, insurance, licensing and bonding. (Feeding the mash or residue from ethanol production to livestock could help offset some of these expenses.)

CONCLUSION

Evidence suggests that on-farm alcohol production can be a risky business. Some knowledge of chemistry, engineering, microbiology and plumbing is required and careful economic planning must be carried out before any such operation is attempted.

One way in which Canada is attempting to make it easier for interested and enterprising individuals or groups to begin alcohol fuel production is to ease regulations set out in the Excise Act. Under existing legislation, alcohol must be collected in a "locked receiver" which can only be opened by a customs and excise inspector. The alcohol must also be rendered undrinkable (denatured) by adding a prescribed chemical if the alcohol produced is to be free of excise duty. Furthermore, a distiller's license ($250 per year) is required as well as a surety bond of $200,000 which costs $500 per year. These restrictions inhibit would-be distillers from making alcohol fuel.

CONCLUSION

The Committee welcomes the Government action to amend the Excise Act, making it easier for interested people to begin distilling alcohol fuel.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that the Government ensure, in its amendments to the Excise Act, that production of ethanol in excess of individual requirements may be sold to retail suppliers of alcohol fuel or gasohol.

RECOMMENDATION

The Committee does not endorse pure ethanol from starch or sugar feedstocks as a major alternative liquid transportation fuel for Canada. It does, however, recommend that fuel ethanol be permitted for personal use or for the production of gasohol.

B. METHANOL

Methanol (CH_3OH) can be synthesized from a variety of sources including biomass, natural gas and coal. In the cases of biomass and coal, the raw feedstock must first be gasified before synthesis.

In the production of methanol from wood biomass, three basic steps are involved: gasification of the wood, cleanup and modification of the gas produced, and liquefaction of the gas. Generally, gasification occurs when the wood is heated in an atmosphere deficient in oxygen. This prevents complete combustion of the wood and produces a gas containing principally hydrogen, carbon monoxide, carbon dioxide and hydrocarbons. These gaseous compounds are not produced in concentrations ideal for the synthesis of methanol; therefore, their relative proportions are altered to obtain a hydrogen to carbon ratio which will provide good yields of methanol. In the final step, methanol is produced by subjecting the modified synthesis gas to from 50 to 150 atmospheres of pressure at 230 to 270°C in the presence of a catalyst. A flow diagram for methanol synthesis is given in Figure 6-5.

Initially, a methanol industry could be fueled by unusued mill wastes, forest residues, and other recoverable biomass not currently utilized. In the long-term, however, significant potential exists for tree farming (energy plantations) to provide the cellulose required to feed methanol plants. These plantations would allow abandoned farms and marginal lands to provide high yields of forest biomass with rotation times of from two to five years.

Since the quantities of cellulosic feedstocks are so much greater than those of sugar or starch crops, it would seem there is greater potential for alcohol production via the methanol route than via the ethanol route (although production of both alcohols can be encouraged). The provision of cellulosic feedstocks for methanol production requires less energy than does raising agricultural starch or sugar crops. In other words, the chances of achieving net energy gains from methanol may be greater than from ethanol. Fewer land-use arguments should arise in producing feedstock for a methanol industry than for an ethanol industry as trees can be grown on land which ranges widely in quality and topography. Indeed, there is unlikely to be

Particuliers et membres des coopératives agricoles pourraient décider d'entamer la production de carburants alcoolisés à partir des récoltes excédentaires ou avariées ou à partir de la biomasse couvrant les terres de moindre valeur. Les initiatives de ce genre entreprises jusqu'ici aux Etats-Unis ont été, dans certains cas, coûteuses et source de désenchantement; toujours est-il que, dans l'optique de certains agriculteurs, une telle production pourrait être profitable et constituer une forme d'autosuffisance énergétique à l'échelle de leur exploitation. En fait, il n'existe aucune méthode unique susceptible d'être recommandée pour la distillation de l'éthanol, et chaque projet d'exploitation doit prendre en considération la disponibilité des combustibles classiques nécessaires à la distillation ainsi que le genre de matière première utilisable, étant donné que le taux de production de l'éthanol varie considérablement d'une matière première à l'autre (Tableau 6-2). Notons enfin que les agriculteurs doivent tenir compte des frais d'investissement imputables à l'équipement de la distillerie et de l'usage auquel l'alcool et les sous-produits de la distillation sont destinés.

Tableau 6-2 RENDEMENT POTENTIEL DE LA FERMENTATION ALCOOLIQUE DE QUELQUES RÉCOLTES AMYLACÉES ET SUCRIÈRES

RÉCOLTE	RENDEMENT [a] (litres/tonne)
Maïs	430
Blé d'hiver	410
Orge	390
Seigle	390
blé de printemps	380
Mélange de grains (Ouest)	350
Sarrasin	350
Pos, haricots	350
Mélange de grains (Est)	330
Avoine	270
Pomme de terre	110
Topinambour	87-100 (b)
Betterave fourragère	70-77 (b)
Betterave sucrière	70
Plantes-racines	30

[a] Ces rendements supposent une conversion maximale théorique en alcool de 95%. Dans les fermes, ce taux variera probablement entre 50 et 85%.
[b] Valeurs préliminaires.

Source: Canada, ministère de l'Agriculture, 1980, p. 4. et communications personnelles, ministère de l'Agriculture, 1981.

La distillation de l'éthanol dans les fermes peut réduire la dépendance à l'égard des carburants classiques, étant donné que les moteurs à essence peuvent utiliser tel quel et sans risque aucun un gazohol contenant 10 à 20% d'éthanol. On met au point actuellement certains dispositifs permettant aux moteurs à essence et aux moteurs diesel d'utiliser un mélange d'essence (ou de mazout), d'alcool et d'eau; il existe également des moteurs qui utilisent de l'alcool pur, mais ils ne sont pas encore disponibles au Canada.

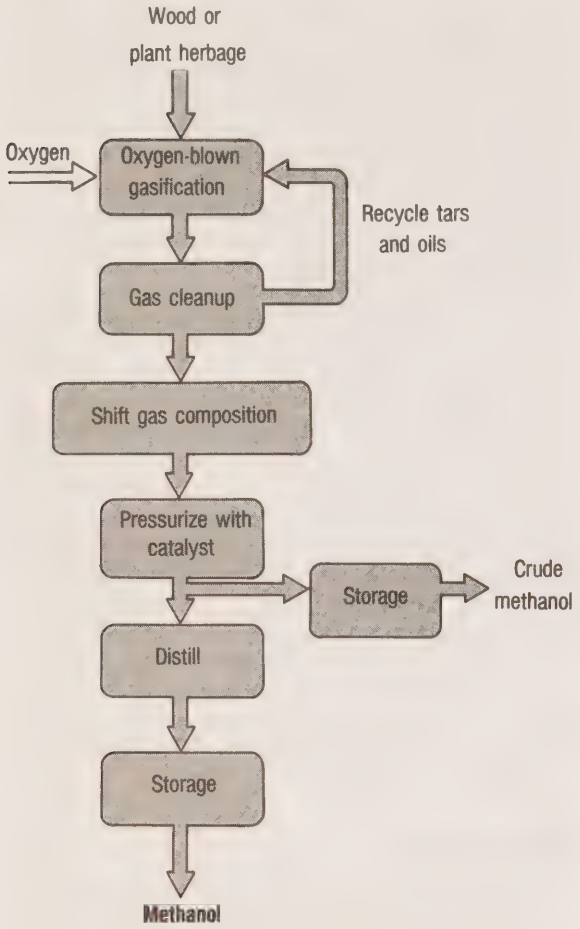
Le risque économique de la production de l'alcool dans les fermes n'est pas nettement défini. Les agriculteurs peuvent rentabiliser cette exploitation s'ils sont bons bricoleurs et peuvent construire leur alambic au lieu de l'acheter. Même s'ils n'incluent pas leur propre peine dans le coût global, ils auront quand même à faire un certain investissement et à payer des intérêts sur le capital. En outre, l'agriculteur ne doit pas perdre de vue la perte de revenu représentée par la portion de récolte qui, au lieu d'être vendue, a servi de matière première à la production de l'éthanol; il doit également tenir compte des frais d'amortissement et d'exploitation, du coût de l'apport énergétique, des produits chimiques, de enzymes, de l'assurance, du permis d'exploitation et de la caution. (L'utilisation du moût ou des résidus de distillation comme fourrage peut aider à compenser une partie de ces frais).

CONCLUSION

Certains éléments montrent que la production de l'alcool à l'échelle des fermes peut être une entreprise risquée. Toute opération de ce genre suppose nécessairement l'acquisition préalable d'une certaine formation en chimie, en ingénierie, en microbiologie et en plomberie et exige une planification financière rigoureuse.

L'un des moyens par lesquels le Canada essaie de faciliter la tâche aux particuliers et groupes intéressés qui veulent s'engager dans la production des carburants alcoolisés consiste à réduire la rigueur des conditions stipulées par la Loi sur l'accise. Aux termes de la législation en vigueur, l'alcool doit être recueilli dans un «contenant scellé» qui ne peut être ouvert que par un inspecteur des douanes et accise. En outre, pour être exempt de droits d'accise, l'alcool doit être rendu imbuvable (dénaturation) en y ajoutant un produit chimique prescrit. Enfin, il faut obtenir un permis de distillation ($250 par an) et fournir une caution de $200,000 qui coûte $500 par an. Toutes ces restrictions n'encouragent pas les éventuels distillateurs à produire des carburants alcoolisés.

Figure 6-5: PROCESS DIAGRAM FOR METHANOL SYNTHESIS



Source: United States, Office of Technology Assessment, 1980a, p. 95.

severe competition between crops for energy and crops for food if methanol is produced, thus resolving the "food versus fuel" controversy to some extent.

Witnesses before the Committee described a unique Canadian opportunity for development of a methanol industry, incorporating a combined natural gas/biomass primary feedstock. Since the carbon/hydrogen ratio in biomass is higher than ideal for methanol synthesis, significant gains in yield can be made by spiking the synthesis gas with hydrogen. Canada has abundant supplies of natural gas which is a hydrogen carrier, as CH_4 has a high hydrogen to carbon ratio. Therefore combining natural gas with the biomass synthesis gas is essentially spiking it with hydrogen and high yields of methanol can thereby be achieved. High yields translate into reduced production costs and mean that the methanol industry can produce methanol at costs competitive with gasoline at present world prices for oil.

This technology would allow Canada to use natural gas in the short term to produce some liquid transportation fuel. It would also allow us to exploit biomass for methanol production faster and on a larger scale than by any other route. Methanol could be produced via this hybrid technology within two years, whereas developing a pure biomass-to-methanol technology would require an estimated seven years before commercial production could begin. Not only would yields be high using this hybrid approach, but experimentation with biomass gasification (the last untried step in methanol-from-biomass technology) would allow Canada to develop an expertise which could later be applied in methanol plants based completely on biomass as a carbon source and using pure hydrogen to spike the synthesis gas. This would give Canada a lead in the research, development and commercialization of methanol production from biomass and, when perfected, the expertise and technology could be profitably exported.

CONCLUSION

The Committee concludes there is a great potential for developing a methanol-from-biomass industry in Canada and that this country could become a world leader in methanol technology.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that the construction of a hybrid natural gas/biomass methanol plant be encouraged to demonstrate this technology of methanol production as soon as possible.

RECOMMENDATION

Since hybrid natural gas/biomass methanol plants are a transitional step in establishing a fuel methanol industry, the Committee further recommends that such plants be converted when feasible to operation using biomass alone or biomass spiked with electrolytic hydrogen.

It has been suggested to the Committee that one of the major stumbling blocks to the introduction of methanol as an alternative fuel is the fact that Canadian consumers presently have to pay world-level prices for this commodity as a petrochemical feedstock.

CONCLUSION

Le Comité accueille favorablement l'initiative du gouvernement en vue de modifier la Loi sur l'accise et de faciliter la tâche à ceux qui envisagent la distillation des carburants alcoolisés.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande que l'amendement de la Loi sur l'accise prévoie que la production d'éthanol excédant les besoins individuels du distillateur puisse être vendue aux détaillants de carburant alcoolisé ou de gazohol.

RECOMMANDATION

Le Comité ne recommande pas la production d'éthanol pur à partir des récoltes amylacées et sucrières et en tant que principal carburant liquide de remplacement pour les transports au Canada. Il recommande cependant que la distillation de l'éthanol comme carburant soit permise pour usage personnel ou pour la production de gazohol.

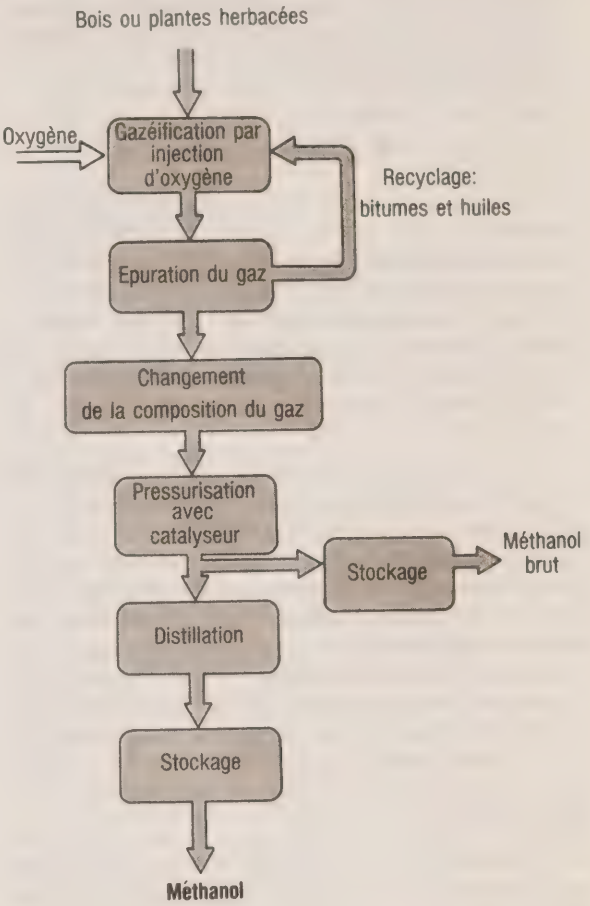
B. LE MÉTHANOL

Le méthanol (CH_3OH) est un produit de synthèse provenant d'une variété de sources dont la biomasse, le gaz naturel et le charbon. Dans le cas de la biomasse et du charbon, la matière première doit d'abord être gazéifiée avant de passer à la synthèse.

La production du méthanol à partir de la biomasse ligneuse comporte trois étapes: la gazéification du bois, l'épuration et la modification du gaz produit et la liquéfaction du gaz. D'une manière générale, la gazéification se produit lorsque le bois est chauffé dans un milieu pauvre en oxygène. Ce traitement empêche la combustion totale du bois et produit un gaz contenant surtout de l'hydrogène, de l'oxyde de carbone, du gaz carbonique et des hydrocarbures. Ces composés gazeux ne se présentant pas sous des concentrations idéales pour la synthèse du méthanol, il faut modifier leurs proportions relatives afin d'obtenir le rapport chimique adéquat d'hydrogène et de carbone permettant de produire de bonnes quantités de méthanol. A l'étape finale, le méthanol s'obtient en soumettant les gaz de synthèse modifiés à une pression de 50 à 150 atmosphères à des températures de 230 à 270° C en présence d'un catalyseur. La figure 6-5 représente le schéma d'une synthèse du méthanol.

Dans l'immédiat, la production du méthanol pourrait être alimentée par les déchets des scieries, les déchets d'exploitation forestière et d'autres biomasses forestières récupérables et habituellement inutilisées mais, pour

Figure 6-5: SCHÉMA DE SYNTHÈSE DU MÉTHANOL



Source: États-Unis, Office of Technology Assessment, 1980a, p. 95.

l'avenir, on envisage l'exploitation de plantations d'arbres (plantations énergétiques) pour fournir la biomasse cellulosique requise par les usines de méthanol. Ces plantations pourraient utiliser les fermes abandonnées et les terres de moindre valeur et produire de grosses quantités de biomasse forestière selon des périodes de rotation de deux à cinq ans.

Comme les matières premières cellulosiques sont beaucoup plus abondantes que les récoltes sucrières ou amylacées, il semble plus vraisemblable que la production des carburants alcoolisés emprunte la voie du méthanol plutôt que de l'éthanol (bien que les deux voies de production puissent être encouragées). La production des matières premières cellulosiques pour la production du méthanol consomme moins d'énergie que la culture des plantes sucrières ou amylacées; autrement

RECOMMENDATION

In the short term, Canada should allow fuel methanol to be sold at prices lower than gasoline in order to make it attractive as an alternative transportation fuel.

2. BIOGAS

Biogas is produced by the anaerobic digestion of biomass. In this process various types of bacteria degrade organic material in the absence of air to produce a gaseous mixture composed predominantly of methane (CH_4 or natural gas) and carbon dioxide in varying proportions. The organisms which cause the breakdown may already be present in the feedstock or may be added to it as an inoculum (a small volume of a bacterial culture).

The energy value of biogas derives almost completely from its methane content which may range from 50 to 70% of the evolved gas. The carbon dioxide can be removed if the biogas is to be mixed with natural gas in pipelines but this involves treating the gas with a complex and expensive technology. Other gases such as ammonia may also be produced in varying proportions during the digestion process, but the main contaminant is usually hydrogen sulphide (H_2S). This compound can cause corrosion in engines using biogas fuel and it may cause irritation and nausea in people exposed to it. H_2S can be removed with simple, inexpensive technology.

Digestion usually takes place at temperatures ranging from 35 to 65°C, depending upon the feedstock used and upon which kinds of bacteria one wishes to favour for growth. The digestion process is well suited for treating wastes which are found in, or can be converted to, a wet slurry. Thus, in addition to producing a valuable energy commodity, anaerobic digestion can reduce the toxicity of waste materials, and hence their pollution hazards, and can reduce the odour problems usually associated with animal wastes.

Digestion is carried out by a mixed assortment of bacteria not all of which have been identified. The breakdown processes are complicated and the biochemistry of degradation is not completely understood; however, degradation generally takes place in three steps. First, decomposition of large organic molecules yields smaller molecules such as sugars and amino acids. Second, these smaller compounds are converted to organic acids, and third, the organic acids are transformed into the gas methane.

Cellulosic materials digest slowly, particularly those with a high lignin (complex cementing substance found in wood) content because this material makes the cellulose less susceptible to attack. Treatments such as hydrolysis can improve the susceptibility to attack but efficiencies of conversion to biogas are not expected to exceed 40 to 50%. It may therefore make better sense to burn cellulosic feedstocks directly to release energy rather than try to gasify them.

The best feedstock for biogas production is wet biomass such as animal manures, some aquatic plants, sewage sludges, or food-processing wastes from cheesemaking or potato, tomato or fruit processing. The digestion process must be monitored frequently because changes in temperature, feedstocks or toxin concentrations can generate an increase in the quantity of certain acids which can in turn inhibit the methane-producing bacteria.

During digestion a bacterial population evolves which is particularly adapted to the operating conditions of the reactor. For this reason, feedstock composition and operating conditions should be kept as constant as possible to ensure the process operates with maximum efficiency and produces optimal yields. Biogas production usually begins within a day of charging the digester but, without proper management, stabilization of the fermenting population may take months.

In addition to producing gas, anaerobic biodigestion generates other materials which are useful — the effluent from a digester may contain bacteria, lignocellulosic (containing lignin and cellulose) material, undigested feedstock and nutrients. Since most pathogenic (disease-causing) bacteria are destroyed during the process, wastes can be rendered less hazardous and the effluent or sludge used as a soil fertilizer or, under some circumstances, as a water fertilizer to enhance aquatic plant growth. Dewatered digester wastes also hold the promise of providing animal feed, a possibility under active investigation. Certainly, the economics of biogas production from animal manure and other feedstocks would be improved if digester wastes could be used for feed.

Despite the reduction in pathogenicity, the major potential problem associated with biogas production concerns treatment of waste waters which may contain heavy metals, pesticides and high levels of nutrients. This, however, is only a design and operational problem as the technology exists for treating such waters to render them environmentally harmless.

There are many designs for anaerobic digesters and these reactors are found in many forms and sizes around the world. They range from primitive structures to technologically-advanced units and R&D in this technology is advancing so rapidly that any list of digesters quickly becomes outdated. However several basic reactor types are described in the following paragraphs.

dit, les gains énergétiques nets associés au méthanol sont plus élevés que ceux associés à l'éthanol. Ajoutons enfin que le risque de controverses au sujet de l'utilisation des terres est moins grande pour la production des matières premières à l'industrie du méthanol que pour celle des matières premières à l'industrie de l'éthanol, étant donné que les plantations peuvent utiliser des terres dont la qualité et la topographie sont extrêmement variées. En effet, si la production est orientée vers le méthanol, le risque d'une concurrence sévère entre la culture énergétique et la culture vivrière est écarté et le conflit «pain ou essence» est en quelque sorte désamorcé.

Les témoignages entendus par le Comité ont révélé que le Canada jouissait d'un atout unique dans le développement d'une industrie du méthanol utilisant comme matière première un mélange de gaz naturel et de biomasse. Étant donné que le rapport carbone/hydrogène dans la biomasse est trop élevé pour la synthèse du méthanol, on peut augmenter considérablement le rendement en ajoutant de l'hydrogène au gaz de synthèse. Le Canada dispose d'abondantes réserves de gaz naturel riche en hydrogène, le CH_4 ayant un rapport hydrogène/carbone élevé. Par conséquent, en combinant le gaz naturel avec du gaz de synthèse de la biomasse, autrement dit, en y ajoutant de l'hydrogène, on peut augmenter considérablement le rendement en méthanol. Un rendement élevé réduit les coûts de production et signifie que l'industrie du méthanol pourrait produire un carburant méthylique concurrentiel eu égard au prix mondial actuel du pétrole dont est dérivée l'essence.

Grâce à cette technologie, le Canada pourrait, dans un proche avenir, utiliser le gaz naturel pour la production d'un carburant liquide utilisable pour le transport. Il pourrait également exploiter la biomasse pour la production du méthanol d'une façon plus rapide et sur une plus grande échelle; en effet, la production de méthanol à partir de cette technologie hybride pourrait se réaliser en moins de deux ans, alors que la production du méthanol à partir de la biomasse pure exigerait un minimum de 7 années pour devenir commercialisable. En plus du rendement élevé de cette formule hybride, l'expérimentation relative à la gazéification de la biomasse (la dernière étape à franchir dans la technologie du méthanol dérivé de la biomasse) permettra au Canada d'acquérir des connaissances applicables ultérieurement dans des usines de méthanol qui utiliseraient la biomasse comme seule source de carbone et l'hydrogène pur pour produire du carburant de synthèse. Cette perspective placera le Canada à l'avant-garde de la recherche, du développement et de la commercialisation du méthanol dérivé de la biomasse et le dotera d'une expérience et d'une technologie qui, sitôt perfectionnées, pourraient être avantageusement exportées.

CONCLUSION

Le Comité estime que le potentiel du développement d'une industrie canadienne de méthanol à base de biomasse est loin d'être négligeable et que notre pays est capable d'occuper, à l'échelle mondiale, une place d'avant-garde dans la technologie du méthanol.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande d'encourager la construction d'une usine de méthanol selon la formule hybride (gaz naturel/biomasse) afin de démontrer le plus rapidement possible la faisabilité de cette technique de production.

RECOMMANDATION

Puisque les usines de production du méthanol selon la formule hybride (gaz naturel/biomasse) constituent une étape de transition dans la création d'une industrie de production du méthanol, le Comité recommande de plus que de telles usines soient converties, lorsque ce sera possible, de manière à tirer le méthanol de la seule biomasse ou de la biomasse combinée à de l'hydrogène produit par électrolyse.

Selon les suggestions reçues par le Comité, l'une des principales entraves à l'utilisation du méthanol comme carburant de remplacement est que le consommateur canadien doit actuellement payer ce produit selon le barème mondial des prix applicables aux matières premières pétrochimiques.

RECOMMANDATION

A court terme, pour faire du méthanol un carburant de remplacement séduisant, le Canada devrait faire en sorte que son prix de vente soit inférieur à celui de l'essence.

2. LE MÉTHANE

Le méthane résulte de la digestion anaérobie de la biomasse. Dans ce processus, divers types de bactéries dégradent les matières organiques en l'absence d'air pour produire un mélange gazeux composé principalement de méthane (CH_4, ou gaz naturel) et de gaz carbonique selon des proportions variées. Les organismes qui décomposent les matières organiques peuvent soit déjà se trouver dans les matières premières, soit y être ajoutés par inoculation (une faible dose de culture bactérienne).

The single-tank plug flow system is a simple adaptation of the digester type which has long been used in Asia (Figure 6-6). The feedstock is loaded through the inlet, digested material is removed from the outlet and biogas is taken from the top of the fermentation tank where it collects.

Multitank batch systems consist of a series of tanks which are sealed after being charged with feedstock. When the digestion process is complete the biogas is drawn off and the effluent is emptied. Such systems are well adapted to operations which produce feedstock in batches rather than steadily.

A single-tank complete mix system consists of a fermentation tank which is heated and mixed several times daily. This system may be coupled with a second unmixed, unheated storage tank to form a two-stage digester in which additional degradation takes place and solid wastes are allowed to precipitate. The second tank allows yields of biogas to be improved. This type of reactor is used primarily for sewage treatment.

Experiments are now being carried out with multiphase digester systems in which successive tanks are regulated to optimize the various steps in the fermentation process. These are complex systems which must be carefully managed and are presently being studied utilizing sewage sludge as the primary feedstock. They may be adaptable to other feedstocks as well and theoretically could achieve high overall efficiencies in biogas generation.

Another variation in reactor design utilizes different types of "beds" to act as a material support for the bacterial populations which bring about the digestion of the raw organic matter. In this design the feedstock slurry is fed upwards through a vertical column packed with small stones, plastic balls, ceramic chips or other inert materials. The bacteria attach to this column material and degrade the organic matter as it flows past them. The design allows large quantities of slurry to pass through the digester while maintaining a high concentration of bacteria on the support material. This system is best suited to dilute municipal sewage as thicker feedstocks rapidly clog the column.

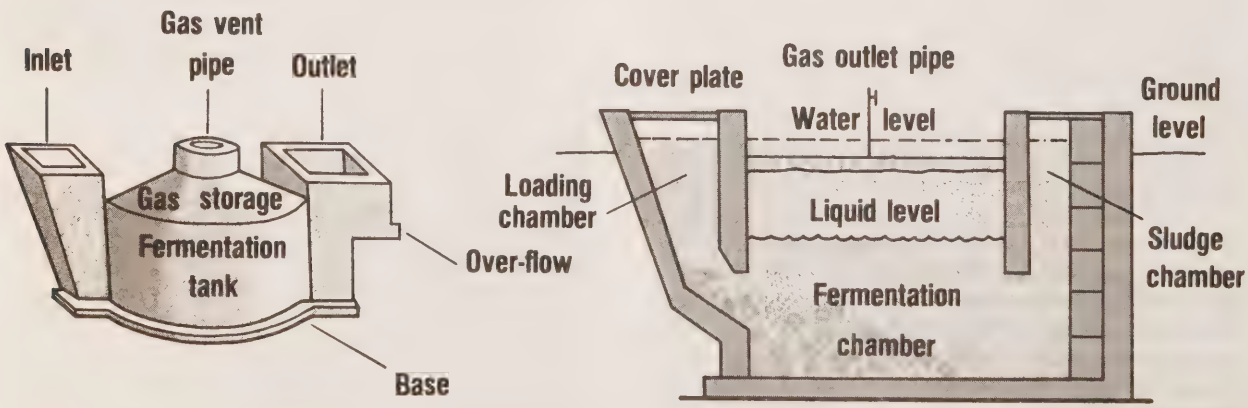
CONCLUSION

A wide variety of digesters has been described in the literature and a number are available from manufacturers. This type of system can help farmers attain energy self-sufficiency on their farms, and for operators of large feedlots and stockyards it offers the added bonus of reducing pollution problems by treating hazardous wastes. There are other advantages to be gained from anaerobic digestion, including the production of fertilizer and, possibly, animal feed.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that the technology of anaerobic digestion should be actively pursued in Canada and that additional biogas reactors should be installed to demonstrate their effectiveness in the Canadian environment.

Figure 6-6: CHINESE DESIGN OF A BIOGAS DIGESTER



Source: United States. Office of Technology Assessment, 1980b, p. 185.

La valeur énergétique du mélange gazeux dépend presque totalement de sa teneur en méthane, laquelle varie entre 50 et 70 pour cent. Le gaz carbonique peut être éliminé si le méthane doit être mélangé au gaz naturel dans les gazoducs, mais cette opération exige le traitement du méthane selon une technologie complexe et coûteuse. D'autres gaz, tel l'ammoniac, peuvent également être produits en proportions diverses durant le processus de digestion, cependant la principale impureté habituellement rencontrée est l'hydrogène sulfuré (H_2S). Ce gaz peut causer des problèmes de corrosion dans les moteurs qui utilisent le méthane et produire irritations et nausées chez ceux qui y sont exposés. Quoiqu'il ne soit, le H_2S peut être éliminé moyennant une technique simple et peu coûteuse.

La digestion se fait ordinairement à des températures de 35 à 65° C selon la matière première utilisée et la bactérie dont on veut favoriser la croissance. Le processus de digestion convient parfaitement pour le traitement des déchets boueux ou transformés en boue. Ainsi, outre sa contribution à la production d'une matière énergétique valable, la digestion anaérobie peut réduire la toxicité des déchets, les risques de pollution et les problèmes d'odeurs associés habituellement aux déchets d'animaux.

La digestion est effectuée par un mélange de bactéries qui ne sont pas toutes identifiées. Le processus de décomposition est compliqué et le mécanisme biochimique de la dégradation n'est pas parfaitement élucidé; cette dégradation comporte trois étapes essentielles: (1) la décomposition de grosses molécules organiques en molécules plus petites tels que les sucres et acides aminés; (2) la conversion de ces petites molécules en acides organiques et (3) la conversion des acides organiques en méthane.

Le processus de digestion des matières cellulosiques est lent surtout quand ces matières ont une forte teneur en lignine (substance liante complexe qui existe dans le bois), ce qui rend la cellulose moins sensible à l'attaque des bactéries. Des traitements tels que l'hydrolyse peuvent améliorer cette sensibilité à l'attaque mais, par contre, ils réduisent à 40 ou 50% le rendement en méthane. Il s'ensuit qu'il vaut mieux brûler directement les matières premières cellulosiques plutôt que de les gazéifier.

Les meilleures matières premières pour la production du méthane sont la biomasse humide, notamment les déchets d'animaux, certaines plantes aquatiques, les boues résiduaires, les déchets des usines, des sous-produits de l'industrie alimentaire comme les fromageries ou les usines de traitement de la pomme de terre, des tomates ou des fruits. Le processus doit être fréquemment contrôlé, parce que toute modification de température, des matières premières ou de la concentration de la toxine peut entraîner un excès de concentration de certains acides, ce qui paralyse l'action des bactéries productrices de méthane.

Le processus de digestion s'accompagne du développement d'une population bactérienne qui s'adapte le mieux aux conditions opérationnelles du réacteur. Pour cette raison, la composition des matières premières et les conditions opérationnelles elles-mêmes doivent demeurer constantes dans la mesure du possible afin de garantir que le processus se déroule avec un maximum d'efficacité et un taux de rendement optimal. La production de méthane commence le jour qui suit l'alimentation du digesteur mais, à défaut de gestion adéquate, la stabilisation des agents de fermentation peut prendre des mois.

En plus de la production du méthane, la digestion anaérobie donne d'autres matières qui ne manquent pas d'utilité. Les effluents d'un digesteur peuvent contenir des bactéries, des matières lignocellulosiques (lignine et cellulose), des matières premières non digérées et des éléments nutritifs. Débarrassé de la plupart des bactéries pathogènes (qui peuvent causer une maladie) qui sont détruites au cours du processus, l'effluent ou la boue résiduaire deviennent moins dangereux et peuvent servir à l'amendement du sol ou, en certaines circonstances, à la fertilisation des plantes aquatiques. On étudie actuellement dans quelle mesure les déchets du digesteur peuvent être essorés et servir à la nourriture du bétail. Il est certain que les coûts de production du méthane à partir des déchets animaux et d'autres matières premières seront améliorés si les déchets du digesteur peuvent également servir à l'alimentation du bétail.

Malgré la réduction des éléments pathogènes, les principaux problèmes qui risquent d'accompagner la production du méthane concernent le traitement des eaux usées qui peuvent contenir des métaux lourds, des pesticides et de grandes quantités de substances nutritives, mais il s'agit là d'un problème conceptuel et opérationnel étant donné qu'il est techniquement possible de traiter ces eaux et de les rendre moins polluantes.

Les digesteurs anaérobies se retrouvent un peu partout dans le monde sous des conceptions, formes et dimensions variées, depuis les modèles primitifs jusqu'aux modèles hautement perfectionnés, et les travaux de recherche et de développement dans ce domaine progressent si rapidement que tout inventaire des types de digesteurs devient vite périmé. Nous essayerons quand même, dans les paragraphes qui suivent, de décrire certains réacteurs typiques.

Le réservoir unique alimenté d'un seul coup est une simple adaptation du digesteur utilisé depuis longtemps en Asie (figure 6-6). Les matières premières sont intro-

3. WOOD

Wood has been used as a fuel in this country since it was first inhabited. In fact, the burning of fuel wood is probably as old as civilization and continues to a greater or lesser extent throughout the world today. Wood is certainly Canada's most abundant biomass resource. It is available in most parts of the country either as waste material produced by the forest products industry or as standing, living biomass. In the future, with proper management of Canada's existing forests (which has not traditionally been the case) and with the development of energy plantations on marginal or abandoned farmland, this country's biomass resource could significantly increase in size.

At the present time biomass supplies about 3.5% of Canada's energy requirements (somewhat more than that contributed by nuclear fission), most of which is derived from our forests. Its main use is for the production of process heat and steam and, to a lesser extent, electricity. Virtually all of it is utilized by the forest industries.

The $104 million Forest Industry Renewable Energy (FIRE) program was designed to replace fossil fuels used in the forest industry by unutilized combustible biomass residues. Its goal is to save the equivalent of 23 million barrels of oil per year by 1985. FIRE provides financial incentives to the forest industry for the installation of proven biomass energy equipment and the companies involved receive progress payments of up to 20% of the eligible costs of approved projects. The program was initiated in 1978 and to date some 45 applications for assistance have been approved at a total commitment of $21 million. The type and distribution of fuels replaced through the FIRE program are shown in Table 6-3.

Most FIRE funds have gone to pulp and paper mills rather than to the wood industry as the former generally have a higher energy consumption per unit of product output than the latter. Energy consumption for pulp and paper manufacture amounts to about 20% of the value added compared to less than 5% for wood products. Pulp mills require larger, more expensive and more complex energy systems, and it is easier to promote the program among 150 pulp mills than among the approximately 8,000 wood operations.

The Federal Government has also provided $30 million for the period 1978 to 1984 through the Energy from the Forest (ENFOR) program to help fund research projects and demonstrations of innovative techniques in biomass resource production and conversion. ENFOR is administered by the Canadian Forest Service of Environment Canada and evaluates proposals for biomass plantations, wood combustion and gasification, and liquid fuels production from biomass, to name some of the most important. As of early 1980, the Government had funded some 46 projects worth around $3.7 million.

Table 6-3: CONVENTIONAL FUELS REPLACED PER ANNUM BY "FIRE" PROJECTS APPROVED TO 22 JUNE 1980

Type of Fuel Replaced	Per Cent of Total
Oil	70.0
Natural Gas	23.4
Coal	3.8
Electricity	2.7
Propane and Butane	0.1
	100.0[a]

[a] So far the equivalent of 2.5 million barrels of oil per annum has been replaced.

Source: Canada, Department of Energy, Mines and Resources, 1980f, p. 12.

CONCLUSION

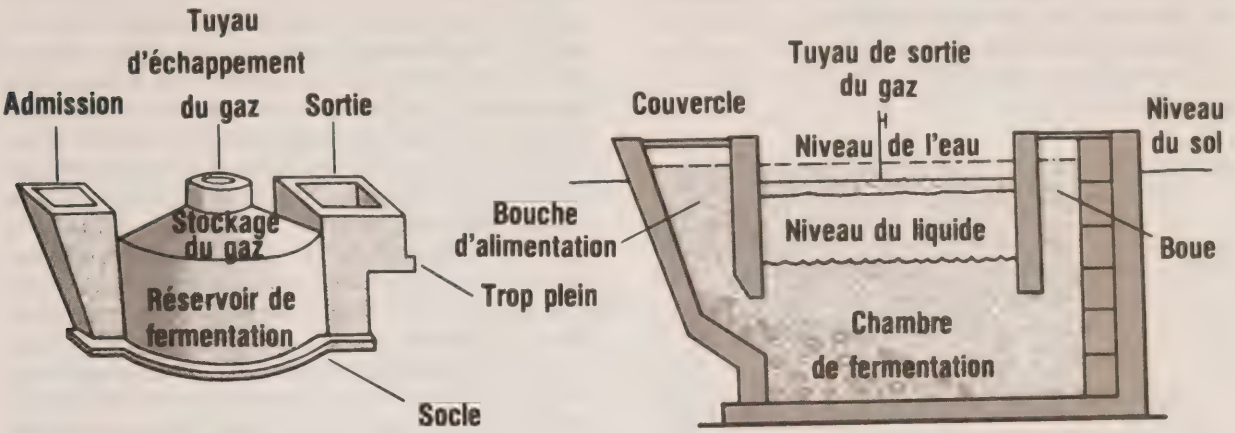
The Committee concludes that the ENFOR and FIRE programs have been largely successful and applauds the recent announcement in the National Energy Program of a near tripling of the budget for FIRE.

Some say the amount of energy derived from biomass (primarily wood) could be trebled by the year 2000, an optimistic view which is shared by the Committee. The main problems to be overcome are those inherent in the resource itself: the size of the capital investment required to allow exploitation of the resource, and the lack of a well-developed commercial and industrial infrastructure geared to the harvesting, distribution and utilization of biomass in its many forms.

Many of the disadvantages involved in exploiting all forms of biomass, such as its low energy density, its variety in form and the attendant difficulties in its transportation, can be mitigated to a large extent by upgrading. This can be achieved by such means as pulverization, drying and densification, or chemical conversion. In fact, a variety and combination of steps can transform the organic matter of biomass into standard commodity fuels which are both convenient and economic to ship, store and burn.

There are many ways wood can be used to provide energy (Figure 6-7). It can be burned directly to provide

Figure 6-6: CONCEPTION CHINOISE D'UNE CUVE À MÉTHANE



Source: États-Unis, Office of Technology Assessment, 1960b, p. 185.

duites par la bouche d'admission puis retirées, après leur digestion, par la bouche de sortie, et le méthane est recueilli au sommet de la cuve où il s'accumule.

Le digesteur à multiples réservoirs est alimenté par multiples charges successives et comporte une série de réservoirs scellés après avoir été remplis de matières premières. Lorsque le processus de digestion est terminé, le méthane est recueilli et l'effluent évacué. Ce type de système s'adapte aux opérations qui produisent la matière première par à-coups et non d'une façon continue.

Le digesteur formé d'un seul réservoir et d'un malaxeur comporte un réservoir de fermentation dont le contenu est chauffé et malaxé plusieurs fois par jour. Ce système peut être raccordé à un réservoir de stockage dont le contenu n'est ni chauffé ni malaxé pour former un digesteur à deux phases dans lequel une dégradation préalable s'effectue et les déchets solides se précipitent. Le second réservoir permet d'améliorer le rendement en méthane. Ce type de digesteur est surtout employé dans le traitement des effluents urbains.

Les expériences actuelles portent sur des digesteurs à phases multiples dans lesquels les réservoirs sont contrôlés pour optimiser les diverses étapes du processus de fermentation. Il s'agit de systèmes complexes exigeant une gestion soignée. La principale matière première utilisée actuellement dans leur fonctionnement est la boue résiduaire, néanmoins, ils sont adaptables à d'autres matières premières et, théoriquement du moins, peuvent avoir un rendement global important en méthane.

Une autre conception de réacteur utilise divers types de «lits» comme matière de soutien des populations bactériennes responsables de la digestion des matières premières organiques. Selon cette conception, la boue d'alimentation est injectée à travers une colonne verticale remplie de cailloux, de sphères en plastique, de tessons de céramique ou d'autres matières inertes. Les bactéries s'attachent aux matières inertes de cette colonne et dégradent les matières organiques au cours de leur écoulement dans la colonne. Cette conception permet l'admission de grandes quantités de boues dans le digesteur, tout en maintenant une forte concentration des bactéries dans le substrat. Ce procédé convient surtout aux déchets municipaux liquides, étant donné que les matières premières plus épaisses risquent rapidement d'obstruer la colonne.

CONCLUSION

Les publications disponibles auprès des fabricants décrivent une grande variété de digesteurs. Ce procédé peut aider les agriculteurs à arriver à l'autosuffisance énergétique dans leurs fermes et offrira aux exploitants de grands pâturages et parcs à bestiaux l'avantage supplémentaire de réduire les problèmes de pollution en traitant les déchets nocifs. Il existe d'autres avantages à tirer de la digestion anaérobie, notamment la production d'engrais voire d'aliments pour le bétail.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande de continuer à explorer vigoureusement la technologie de la digestion anaérobie et l'installation d'autres réacteurs pour la production du méthane afin d'en démontrer l'efficacité dans l'environnement canadien.

heat, process steam and, via co-generation, electricity as well. It can be gasified to provide a fuel gas to replace oil and natural gas. It can be converted to methanol via synthesis after gasification, or to ethanol via fermentation. Finally, by means of slow heating under pressure, it can be converted to oil.

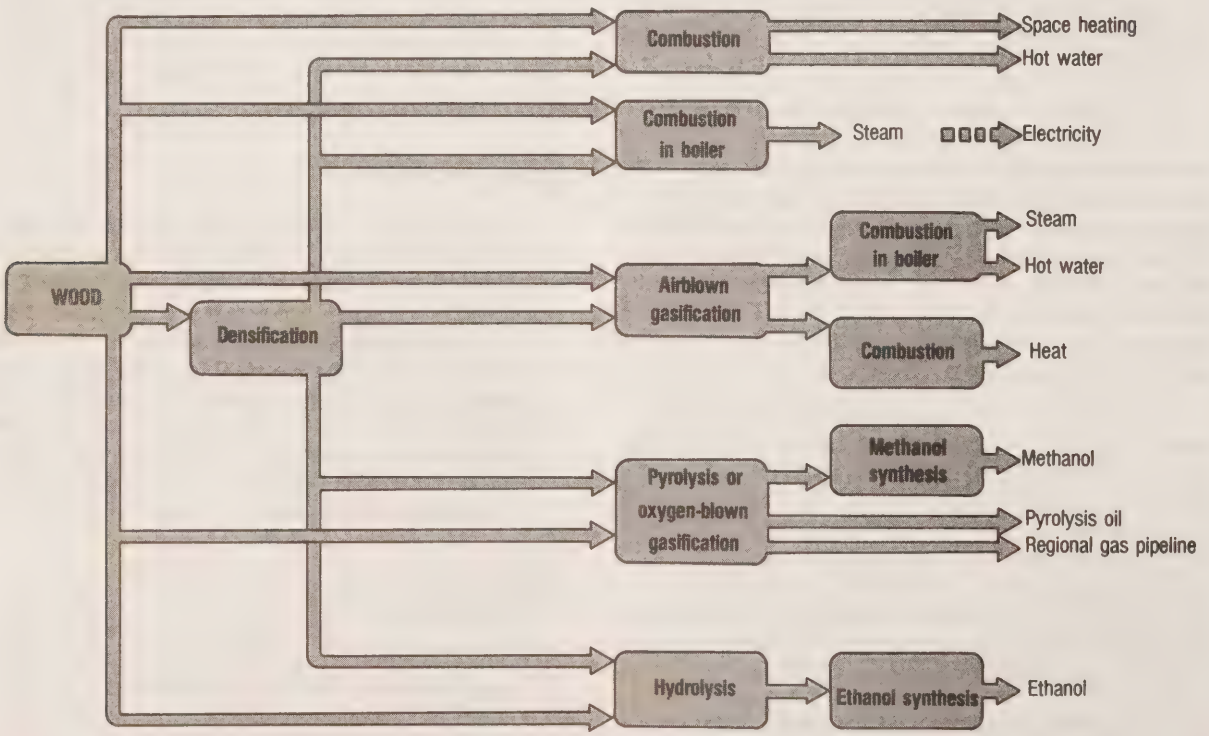
A. DIRECT COMBUSTION OF WOOD AND DENSIFIED BIOMASS FUEL (DBF)

Wood can be burned directly for residential use or for industrial purposes but certain conditions have to be met to maintain a positive net energy balance in exploiting this resource. The energy contained in wood justifies its cutting, handling and transportation for up to 40 to 60 miles depending on the region; however, further processing or transportation means that more energy may be spent in delivering the fuel to the user than is provided during combustion. It does not make good *energy* sense to spend more energy in providing a fuel than is contained in the fuel itself (although such use may be justified in the short term if the wood substitutes for oil). The use of unprocessed wood should remain local then and, fortunately, the wide dispersion of the wood resource very often allows this condition to be met.

Wood tissue is comprised primarily of cellulose, hemicellulose, lignin and water in varying concentrations. Biomass typically has a low *mass* energy density (MED) or low amount of energy which can be delivered per unit of mass. Similarly, biomass has a low *volume* energy density (VED). This is unfortunate as fuels with a high MED (or VED) are preferable to those with a low MED (or VED) because the former type is more efficient to store, ship and burn. Thus the large resources of wood in areas far from population centres or resource utilization locations are not economically exploitable unless they are upgraded or converted to fuels which have a high MED (or VED) before shipping. The prime energy commodities which can be derived from wood and wood waste are densified wood and, as described elsewhere, the alcohols methanol and ethanol. An increase in MED and VED is most desirable because combustion efficiency increases with increasing energy density and low moisture content; the efficiency of boiler heat exchange is a function of the quantity of gas produced from a given volume or mass of wood and the water content of the fuel.

Mass energy density and volume energy density values for raw wood and densified wood are shown in

Figure 6-7: CONVERSION PROCESSES FOR WOOD



Source: United States, Office of Technology Assessment, 1980a, p. 64.

3. LE BOIS

Le bois sert de combustible au Canada depuis l'arrivée des premiers hommes dans notre pays. En fait, l'utilisation du bois en tant que combustible remonte probablement aussi loin que l'histoire de l'homme, et partout dans le monde on continue aujourd'hui à brûler du bois selon les besoins. Le bois constitue certes la source la plus abondante de biomasse au Canada. Il s'agit d'une source énergétique grandement répandue dans la plupart des régions du pays, tant sous forme de déchets provenant de l'exploitation forestière que sous forme d'arbres sur pied. A l'avenir, grâce à une saine gestion de ses forêts (ce qui n'a pas toujours été le cas) et à l'aménagement de plantations énergétiques sur les terrains de moindre valeur ou abandonnés, le Canada pourra augmenter sensiblement ses réserves de biomasse.

La biomasse répond actuellement à 3.5% environ des besoins énergétiques du Canada, soit un peu plus que la fission nucléaire, et cette proportion provient presque entièrement des ressources forestières. Elle sert surtout à produire de la chaleur et de la vapeur dans l'industrie et, dans une mesure moindre, de l'électricité et ce presque exclusivement dans l'industrie forestière.

Le programme de $104 millions de l'énergie renouvelable dans l'industrie forestière (ERIF) a été conçu pour remplacer par des déchets forestiers combustibles les combustibles fossiles utilisés par l'industrie forestière. Son but est d'arriver, d'ici 1985, à une économie annuelle équivalente à 23 millions de barils de pétrole. L'ERIF offre à l'industrie forestière des subventions financières pour l'installation d'équipement permettant l'exploitation énergétique de la biomasse, et les entreprises intéressées reçoivent des paiements échelonnés jusqu'à concurrence de 20% des coûts admissibles des projets approuvés. Depuis le lancement de ce programme en 1978, 42 demandes de subventions ont été approuvées et le montant total des crédits engagés s'élève à $21 millions. Le tableau 6-3 montre le type et la proportion des combustibles remplacés dans le cadre de l'ERIF.

La majorité des fonds de l'ERIF a été absorbée par les usines de pâtes et papiers plutôt que par l'industrie du bois, étant donné que ces usines consomment généralement plus d'énergie par unité de production, que cette consommation représente jusqu'à 20% de leur valeur ajoutée alors qu'elle ne dépasse pas 5% dans les usines du bois, qu'elles exigent des installations énergétiques plus importantes, plus coûteuses et plus complexes et qu'enfin, il est plus facile de faire participer au programme 150 usines de pâtes et papiers que d'en assurer la promotion dans environ 8,000 industries du bois.

Tableau 6-3: POURCENTAGE ANNUEL DES COMBUSTIBLES CLASSIQUES REMPLACÉS PAR LES PROJETS ERIF APPROUVÉS JUSQU'AU 22 JUIN 1980

Type de combustible	pourcentage
Pétrole	70.0
Gaz naturel	23.4
Charbon	3.8
Électricité	2.7
Propane et butane	0.1
	100.0[a]

[a] Jusqu'ici, on a remplacé l'équivalent de 2.5 millions de barils de pétrole par an.

Source: Canada, Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources 1980, p. 12.

Une autre contribution fédérale de $30 millions a été engagée pour la période 1978 à 1984, dans le cadre du Programme de l'énergie forestières (ENFOR), pour financer les projets de recherche et les démonstrations innovatrices touchant la production et la conversion de la biomasse. Administré par le Service canadien des forêts d'Environnement Canada, l'ENFOR évalue les propositions relatives à des domaines dont les plus importants sont les plantations énergétiques, la combustion et la gazéification du bois et la production des combustibles liquides à partir de la biomasse. Au début de 1980, le gouvernement avait financé 46 projets d'une valeur de $3.7 millions environ.

CONCLUSION

Le Comité conclut que les programmes ENFOR et ERIF ont eu beaucoup de succès et se félicite du fait que le Programme énergétique national annonçait récemment que le budget de l'ERIF serait triplé.

Il a été dit que l'on pourrait tripler, d'ici l'an 2000, la production énergétique tirée de la biomasse (principalement le bois)—il s'agit là d'un point de vue que le Comité partage. Les principaux obstacles à surmonter sont inhérents à la source même: l'importance des dépenses en immobilisations nécessaires à l'exploitation ainsi que l'infrastructure commerciale et industrielle actuelle qui n'est pas orientée vers la récolte, la distribution et l'utilisation de la biomasse sous ses nombreuses formes.

Table 6-4. These data show that the densification of wood converts this resource into a substance which is superior to the raw feedstock in terms of fuel value per unit of volume. Figure 6-8 shows the typical energy content of biomass versus moisture content.

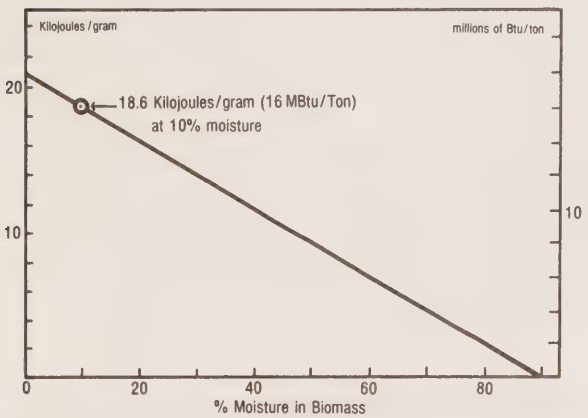
Table 6-4: ENERGY DENSITIES OF WOOD BY MASS AND VOLUME

Fuel	Water Content (%)	Density (gams/cm^3)	Heat of Combustion[a] Mass (MED) (kilojoules/gram)	Heat of Combustion[a] Volume (VED) (kilojoules/cm^3)
Wood	10	0.6	18.6	11.2
Densified Wood	10	1.0	18.6	18.6

[a] Values shown are representative of a range for each fuel.

Source: After Reed and Bryant, 1978, p. B-2.

Figure 6-8: SENSITIVITY OF ENERGY CONTENT TO MOISTURE CONTENT IN WOOD



Source: After Reed and Bryant, 1978, p. B-5.

The first patent for densification was issued in 1880 and described a process in which sawdust or other wood residues were heated to 150°F and compacted to the "density of bituminous coal" with a steam hammer. Since then a number of patents have been issued for similar processes but, in general, five forms of biomass densification are now practiced commercially: pelleting, cubing, extrusion, briquetting and rolling-compressing.

Depending on the feedstock and the degree of compaction, densified biomass may have a water-repellent skin. However, exposure to water should be avoided during storage, particularly if the DBF has a high paper content. Because compacted fuels have a low moisture content, they biodegrade slowly and can be stored for long periods but only if kept dry. Biomass pellets make a satisfactory fuel for fixed-grate boilers, either supplementing or replacing coal.

While DBF does not share two advantages of coal — concentrated sources of supply and an established industrial infrastructure — neither does it share many of its liabilities, such as sulphur emissions, environmental disruption by strip-mining and black lung disease in coal workers. Although any economic analysis of DBF versus coal is highly site- and time-sensitive, it appears that DBF may have an economic advantage in regions with abundant biomass but no coal. DBF may also be preferable to coal for industrial or utility processes where sulphur abatement is required.

The technology for burning DBF in supplement to or in replacement of coal is well developed. Suspension and spreader stoker coal-firing systems can burn DBF with little or no modification. Boilers specifically designed to burn wood — fluidized bed combustors, small firetube boilers, bark burning boilers, and vortex combustors — will also burn DBF and are commercially available today in a wide range of capacities.

It is neither practical nor economical to substitute DBF in existing gas and oil boilers. DBF is, however, an attractive feedstock for low- to medium-Btu gasification. The product gas can be used to produce process heat and to fuel existing gas and oil installations with only minor engineering modifications. Because gasifiers perform best on a uniform, dense and clean feedstock, DBF may be preferable to coal or green biomass.

Other potential uses of DBF include fueling residential, commercial or industrial central heating systems; fueling airtight wood stoves; firing external combustion engines; fueling fireplaces and outdoor grills; and producing pyrolysis oil and high-density charcoal. In summary, the process of densifying biomass holds the promise of providing a dry, uniform, easily stored and conveniently shipped fuel from the wide variety of residues produced by forest, agriculture and food processing industries.

CONCLUSION

The Committee feels that there are definite advantages to be gained from increased exploitation of Canada's wood resources and that one of the ways of making wood a more attractive and versatile fuel is by densification.

RECOMMENDATION

As the technology for biomass densification is available now and is being used in some loca-

Pour ce qui a trait aux problèmes associés à la source elle-même, bon nombre des inconvénients reliés à l'exploitation de la biomasse, tels sa faible densité énergétique, ses formes variées et les difficultés que pose son transport, peuvent être grandement atténués. A cette fin, on peut la transformer chimiquement, la pulvériser, l'assécher et la rendre plus dense. En fait, grâce à une variété et à un mélange de procédés, on peut transformer la matière organique de la biomasse en des combustibles courants, faciles à stocker, à expédier et à brûler.

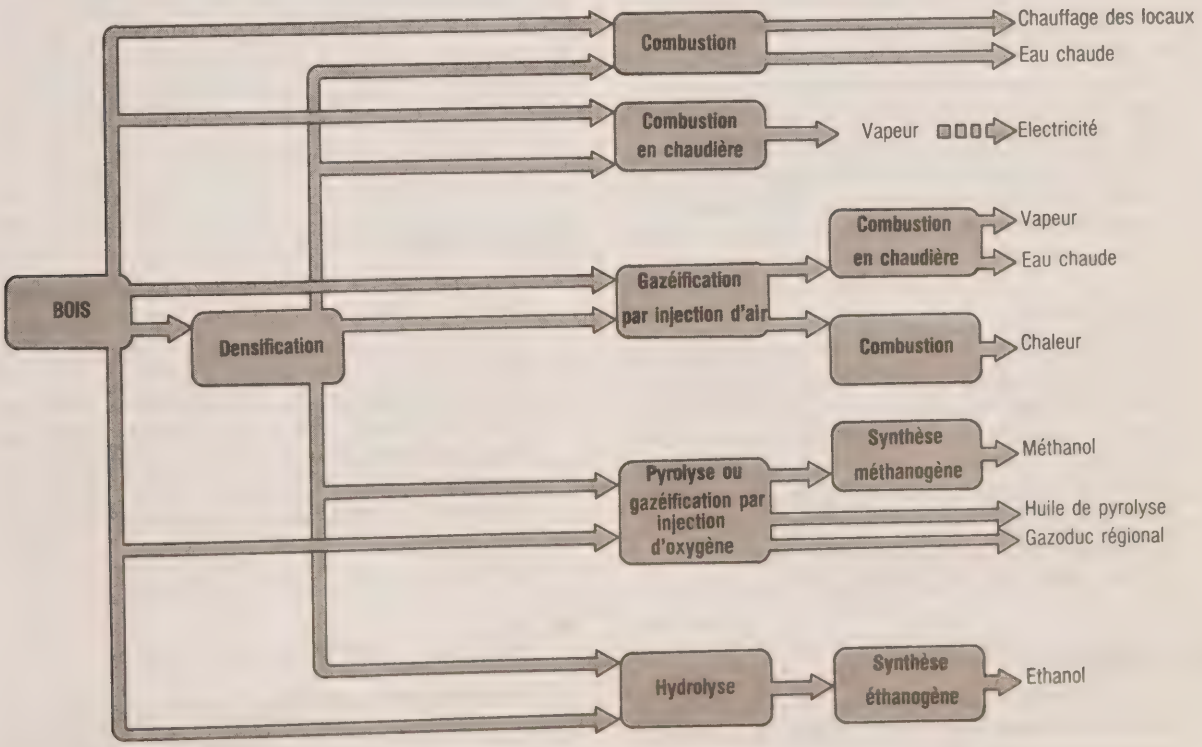
En effet, on peut soumettre le bois à de nombreux procédés pour en soutirer de l'énergie (figure 6-7). On peut le brûler directement pour produire de la chaleur, de la vapeur et, par le biais des cycles combinés, de l'électricité. On peut le gazéifier en vue de produire un gaz de chauffage pouvant remplacer le mazout et le gaz naturel. On peut le transformer en méthanol par voie de synthèse après la gazéification, ou encore le convertir en éthanol par voie de fermentation. Enfin, en le chauffant lentement sous pression, on peut transformer le bois en huile.

A. LA COMBUSTION DIRECTE DU BOIS ET DU COMBUSTIBLE TIRÉ DE LA DENSIFICATION DE LA BIOMASSE

On peut brûler directement le bois à des fins résidentielles ou industrielles. Toutefois, il faut respecter en la matière certaines conditions afin de maintenir un équilibre énergétique net positif. L'énergie que renferme le bois justifie qu'on le coupe, le manutentionne et le transporte sur des distances atteignant 60 milles dans certaines régions; cependant, sa transformation plus poussée ou son transport sur de plus longues distances signifie inévitablement que l'énergie utilisée pour sa livraison à l'utilisateur sous forme de combustible excède l'énergie qui s'en dégagera au cours de sa combustion. Il n'est pas sensé, sur le plan *énergétique* que l'énergie consommée dans la livraison d'un combustible dépasse celle que ce combustible peut fournir: (toutefois, cette dépense se défend à court terme si le bois se substitue au pétrole). En conséquence, on ne devrait faire du bois non transformé qu'un usage local. Heureusement, l'omniprésence du bois permet souvent de respecter cette condition.

Le tissu du bois se compose principalement de concentrations variées de cellulose, d'hémicellulose, de

Figure 6-7: PROCÉDÉS DE TRANSFORMATION DU BOIS



Source: États-Unis, Office of Technology Assessment, 1980, p. 64.

tions, the Committee recommends that development of the wood densification industry should be encouraged in Canada. This means that increased emphasis in R&D should be placed on improving combustion technologies for densified biomass fuels and on developing end uses and markets for the densified biomass product.

Some environmentalists are expressing concern about the growing popularity of residential, as opposed to industrial, wood burning. Carbon monoxide, particulate matter and polycyclic organic matter (POM) are all emitted from wood stoves and fireplaces, and a draft paper prepared by Battelle for the Environmental Protection Agency in the United States concerning industrial and commercial wood combustion, stated that

> ...low-temperature wood-burning units tend to produce more undesirable atmospheric emissions than do the larger units which operate at higher temperatures and with greater turbulence ... it may be that the small residential wood-burning units are capable of producing larger quantities of POM emissions than the commercial/industrial-size wood-burning boilers... (Budiansky, 1980, p. 770)

Thus there is a danger that increased residential use of firewood may have detrimental effects on the environment. The POM emitted by wood stoves and fireplaces contains benzo [a] pyrene and other known or suspected carcinogens and may represent a significant health hazard and cancer risk in certain locations.

> Wood is now recognized as a serious source of air pollution. Vail, Colorado, and many communities in New Hampshire and Vermont (particularly in valleys susceptible to particulate haze) have already been forced into coming to grips with the smoke and haze resulting from the residential wood-stove boom. (Budiansky, 1980, p. 769)

CONCLUSION

The Committee sees increased use of firewood for home heating as a means of substituting a renewable energy source for oil and as a good way of making people aware of how they use energy in their lives. This may help Canadians develop a personal feeling for the importance of conservation. Nonetheless, the Committee is concerned about the increased use of firewood in homes, particularly in urban areas.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that a study of how the increasing combustion of wood in urban areas will affect air quality should begin immediately. Such a study should be completed before expanded use of firewood is recommended for urban centres.

RECOMMENDATION

Fire safety regulations should be reviewed and strengthened so that the installation and use of wood stoves and fireplaces does not lead to a tragic increase in the incidence of fires in homes using fuel wood.

B. GASIFICATION

When wood is exposed to heat it first begins to lose moisture then decomposes (pyrolyzes) into a variety of compounds depending upon temperature, the rate of heating and the presence or absence of oxygen. The wood itself does not burn, rather it is the products of pyrolysis which do. In the presence of ample supplies of oxygen, these products combust completely to form predominantly carbon dioxide (CO_2), water and ash. In the absence of oxygen, the main gaseous pyrolysis products are carbon monoxide (CO), hydrogen (H_2) and some CO_2, collectively known as synthesis gas.

Gasification of wood under pyrolytic conditions is a highly useful process because it converts a bulky and difficult to handle raw material into a flexible fuel. The synthesis gas produced can be piped easily; it can be used to fire fossil-fueled systems; or it can be combusted to generate electricity. In addition, the chemical composition of this gas can be adjusted by adding hydrogen to give the proper ratio of carbon to hydrogen to allow efficient synthesis of methanol.

RECOMMENDATION

The Committee believes that the technology of biomass gasification should be funded on a priority basis in biomass R&D. It has the potential of allowing greater use of wood (and other biomass feedstocks) to fire systems which traditionally have used fossil fuels. It is perhaps the last part of the technology of methanol synthesis from biomass which must be improved upon to assure commercialization of this alcohol fuel option.

4. PEAT

A. THE NATURE OF PEAT

Peat is partially decomposed organic matter which is made up principally of decayed *Sphagnum* moss,

lignine et d'eau. La biomasse a généralement une faible densité énergétique par *masse* (DEM), autrement dit, on ne peut produire qu'une petite quantité d'énergie à partir d'une unité de masse. De même, la biomasse a une faible densité énergétique par *volume* (DEV). Il s'agit là d'un inconvénient parce que les combustibles à forte DEM (ou DEV) sont préférables à ceux à faible DEM (ou DEV) en raison de leur plus grande facilité de stockage, d'expédition et de combustion. Ainsi, les importantes réserves de bois qui se trouvent dans des régions éloignées des agglomérations ou des centres de consommation ne sont pas économiquement exploitables à moins de les améliorer ou de les transformer en combustibles à forte DEM (ou DEV) avant de les expédier. Les principaux produits énergétiques qu'on peut tirer du bois et des déchets de bois sont le bois compacté et, comme il en a déjà été question, le méthanol et l'éthanol. L'accroissement de la DEM et DEV constitue la formule la plus désirable parce que l'augmentation de l'efficacité de la combustion est en corrélation positive avec la croissance de la densité énergétique et la réduction de la teneur en eau; l'efficacité de l'échange thermique dans la chaudière dépend de la quantité du gaz produit à partir d'un volume ou d'une masse donné de bois et de la teneur en eau du combustible.

On trouvera au tableau 6-4 les valeurs de la densité énergétique par masse et par volume du bois brut et du bois compacté. Ces données montrent que la densification du bois transforme cette matière en une substance supérieure aux matières premières brutes pour ce qui est du pouvoir calorifique par unité de volume. La figure 6-8 établit la teneur énergétique typique de la biomasse par rapport à la teneur en eau.

Le premier brevet de densification, délivré en 1880, décrivait un procédé par lequel la sciure de bois (ou un autre déchet du bois) était chauffée à 150° F et, au moyen d'un marteau-pilon à vapeur, tassée à la «densité

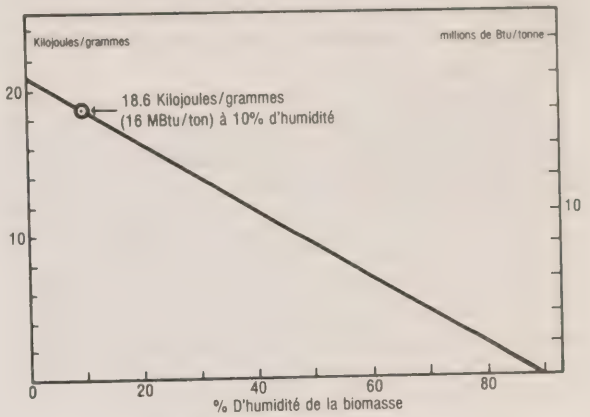
Tableau 6-4: DENSITÉS ÉNERGÉTIQUES* DES DIFFÉRENTS COMBUSTIBLES, PAR MASSE ET PAR VOLUME

Combustible	Teneur en eau (%)	Densité (g/cm³)	Chaleur de combustion[a] Par masse (DEM) (kj/g)	Par volume (DEV) (kj/cm³)
Bois	10	0.6	18.6	11.2
Bois pressé	10	1.0	18.6	18.6

[a] Les valeurs indiquées représentent une gamme de valeurs propres à chaque combustible.

Source: D'après Reed et Bryant, 1978, p. B-2.

Figure 6-8: SENSIBILITÉ DE LA TENEUR ÉNERGÉTIQUE PAR RAPPORT À LA TENEUR EN EAU DU BOIS



Source: D'après Reed et Bryant, 1978, p. B-5.

du charbon bitumineux». On a délivré depuis lors un certain nombre de brevets relatifs à des procédés analogues. Toutefois, en règle générale, on retrouve présentement sur le marché cinq procédés de densification de la biomasse, l'agglomération en modules et en cubes, l'extrusion, le briquettage et le laminage par compression.

Selon la matière première et son niveau de compacité, la biomasse dense peut être imperméable. Toutefois, pendant son stockage, il serait préférable de ne pas l'exposer à l'eau surtout si elle a une forte teneur en papier. En raison de leur faible teneur en eau, les combustibles compactés ont une lente biodégradation et peuvent être stockés pendant longtemps, pourvu qu'ils soient secs. Les boulettes tirées de la biomasse constituent un combustible satisfaisant pouvant être brûlé dans des chaudières à grille fixe, soit comme supplément ou substitut du charbon.

Le combustible tiré de la biomasse compactée ne possède pas deux des avantages du charbon, soit des réserves concentrées et une infrastructure industrielle établie; il ne comporte pas non plus certains de ses inconvénients, tels que les émissions de soufre, la dégradation environnementale résultant de l'extraction à ciel ouvert et la génération de la silicose du mineur. Bien que toute étude de marché visant à comparer le combustible tiré de la biomasse au charbon dépende énormément de l'emplacement et du moment retenus, il semble que le combustible tiré de la biomasse détienne un avantage économique dans les régions riches en biomasse mais dépourvues de charbon. De plus, il semble que dans les procédés industriels ou des services nécessitant une réduction de la teneur en soufre, le combustible tiré de la biomasse soit préférable au charbon.

although a minor component may be contributed by other aquatic plants, grasses or sedges. It is formed very slowly by the decay of this dead vegetation under anaerobic (oxygen deficient) conditions. All Canada's peat bogs have developed since the last glacial epoch, some 10,000 years ago.

Peat bogs differ from other types of wetlands in that they are nourished almost entirely from rainwater. Their surface is a continuous carpet of *Sphagnum* moss which supports a layer of grass and shrubs and, occasionally, trees. In Canada peat bogs may be as large as tens of kilometres across but are generally much smaller.

A peat bog is made up of a number of layers. The top level is living bog vegetation. The second consists of very young peat which is characterized by a loose open structure that clearly shows the form of the dead vegetation from which it is derived. The third layer is of varying thickness but becomes darker and denser with depth until the black colour and putty-like consistency of mature peat is encountered.

At all its different stages in development, peat contains a very high proportion of water, usually averaging around 95% by weight. This means that, perhaps surprisingly, there is less solid matter in peat than there is in milk. This high water content has always been the main barrier to the extensive exploitation of peat as an energy source.

Because peat occurs on the Earth's surface and extends only to relatively shallow depths, its removal is unlikely to cause environmental problems as severe as those associated with strip-mining. However, great care should be exercised during and after peat excavation to ensure that harvested bogs do not turn into muddy wastelands. Fortunately, peat has been mined for years in other countries and there is a wealth of experience in reclaiming bogs. In fact, with proper management, depleted bogs can be used for agricultural land or for energy plantations (Figure 6-9). It is essential then that peat harvesting only be permitted with the assurance of proper reclamation after excavation.

Harvested peat can be marketed in three different forms. Sod peat is made by a large cutting machine which dredges peat from all depths of the bog, mixes it and forms it into sods. They are therefore all of similar quality and can compete in the marketplace with other industrial fuels. Milled peat is scraped from the surface of the bog in the form of a coarse powder. After drying this material can be either burned in power stations or processed into briquettes. Briquettes are small tightly-packed blocks of milled peat, the quality of which is carefully monitored because the briquetting process can tolerate only small variations in density, moisture and ash content. About one-fifth of the energy in the peat is used to produce the briquettes and this product is used primarily for home heating.

Development of a Peat Bog for Energy Production

Peatlands have to be developed before they can produce utilizable peat and a great deal of preparation, usually taking several years, is required before production can proceed. First, the bog must be surveyed to determine how much peat there is, what its quality is, how it can best be drained and how access routes to the resource can be set up by rail and road.

The second step is drainage. Since peat is approximately 95% water, it cannot support heavy machinery and removal of as much moisture as possible is essential. A network of drainage ditches is dug to begin the process of dewatering and, as the bog consolidates, these drains are deepened to facilitate further water removal. This stage normally takes five to seven years to complete and reduces the bog's moisture content to approximately 90%. This may seem a trivial improvement but, in fact, it is very significant as it represents removing more than half the water contained in the peat. At 95% water content the ratio is 1 part solid to 19 parts water; at 90% the ratio is 1 part solid to only 9 parts water.

After draining the bog is levelled. This is done to facilitate drying of the peat and to allow mechanical handling to take place with maximum efficiency.

The final step involves establishing a network of light railways over the surface of the bog for the handling and transportation of the peat. All these steps plus the fact that only a few inches of peat are harvested annually mean that a bog may be commercially exploited for several decades.

B. INTERNATIONAL AND CANADIAN DEVELOPMENT

World peat resources over 50 cm thick are estimated to total some 145 billion tonnes dry weight, having an energy equivalent to about 63.5 billion tonnes of oil. Much of this total is located in the U.S.S.R. but large quantities are found in other countries as well, with Canada ranking second in terms of resource size (Table 6-5).

Finland has a number of power stations which utilize peat to produce electricity, and steam and hot water for district heating. The Finns expect to derive from 5 to 10% of their total energy requirements from peat in the future.

La technologie de la combustion des produits du combustible tirés de la biomasse, considérés comme supplément ou substitut du charbon, est bien développée. Les chaudières à suspension et écarteur chauffées au charbon peuvent brûler du combustible tiré de la biomasse sans qu'il faille beaucoup les modifier. Les chaudières conçues expressément pour brûler du bois—les chaudières à combustion sur lit fluidisé, les petites chaudières à tubulures, les chaudières à écorce et les chaudières à vortex—peuvent être chauffées au moyen des combustibles tirés de la biomasse compactée et on les trouve sur le marché sous différentes capacités.

Il n'est ni pratique, ni économique de substituer le combustible tiré de la biomasse au gaz ou au mazout dans les chaudières actuelles. Toutefois, le combustible tiré de la biomasse est une matière première avantageuse sur le plan de la gazéification à pouvoir calorifique faible à moyen. Le gaz ainsi produit peut servir à produire de la chaleur utile et servir de combustible dans les installations à gaz ou à mazout auxquelles il ne faudrait apporter que des modifications techniques mineures. Étant donné que les gazéifications donnent le meilleur rendement avec une matière première uniforme, dense et propre, il se peut que le combustible tiré de la biomasse soit préférable au charbon ou à la biomasse non transformée.

Le combustible tiré de la biomasse pourrait également servir à alimenter des systèmes de chauffage central résidentiels, commerciaux ou industriels, des poêles à bois hermétiques, des moteurs à combustion externe, des foyers et des grils extérieurs. Il pourrait de même produire de l'huile de pyrolyse et du charbon de bois à haute densité. En résumé, le procédé de densification de la biomasse s'avère prometteur pour la production d'un combustible sec, uniforme, facile à stocker et à expédier, combustible pouvant être tiré de la multitude de déchets que déversent non seulement l'industrie forestière mais également les secteurs de l'agriculture et de l'alimentation.

CONCLUSION

Le Comité est d'avis que le Canada bénéficierait certainement d'une exploitation plus intensive de ses ressources forestières et que le procédé de densification représente l'une des façons de transformer le bois en un combustible plus avantageux et polyvalent.

RECOMMANDATION

Étant donné que la technologie de la densification est présentement disponible et déjà exploitée à certains endroits, le Comité recommande d'encourager l'essor de l'industrie de la densification du bois et d'axer la recherche et le développement sur l'amélioration des technologies de combustion et sur la création d'utilisations et de marchés pour les produits de biomasse compactée.

Toutefois, certains environnementalistes sont de plus en plus préoccupés par la popularité grandissante du bois en tant que combustible résidentiel plutôt qu'industriel. De l'oxyde de carbone, des fumées et des matières organiques polycyclique (MOP) se dégagent des poêles à bois et des feux ouverts. Dans une ébauche de document préparée par Battelle à l'intention de la Environmental Protection Agency (EPA) aux États-Unis et portant sur la combustion du bois à des fins industrielles et commerciales, on peut lire que:

> ...il se dégage des poêles à bois à faible température des émissions atmosphériques plus dommageables que des installations plus importantes dont le fonctionnement nécessite une température et une turbulence plus élevées...il se peut que les petits poêles à bois qu'on retrouve dans les maisons dégagent dans l'atmosphère plus de matières organiques polycycliques que des chaudières à bois commerciales et industrielles... (Budiansky, 1980, p. 770)

Par conséquent, il y a danger qu'une utilisation résidentielle accrue du bois ait des conséquences fâcheuses sur le plan environnemental. Les matières organiques polycycliques qui s'échappent des poêles à bois et des feux ouverts renferment du benzo(a)pyrène et d'autres agents cancérigènes ou soupçonnés de l'être et peuvent ainsi constituer un danger pour la santé et un risque de cancer dans certaines régions.

> On admet actuellement que le bois est une importante source de pollution de l'air. La région de Vail, au Colorado, et de nombreuses communautés du New Hampshire et du Vermont (surtout dans les vallées exposées aux substances particulaires) ont déjà dû faire face au problème que posent la fumée et le brouillard qui se dégagent des poêles à bois de plus en plus répandus. (Budiansky, 1980, p. 769)

CONCLUSION

Le Comité considère que l'usage accru du bois de chauffage dans les maisons en tant qu'énergie renouvelable de remplacement du pétrole représente une bonne façon de sensibiliser les gens à leur consommation énergétique et d'aider les Canadiens à comprendre l'importance de la conservation de l'énergie. Cependant, le Comité est préoccupé par les dangers que pose l'usage accru du bois de chauffage dans les maisons, surtout dans les centres urbains.

Figure 6-9: BOGS OF TODAY ARE FARMLANDS AND ENERGY PLANTATIONS OF THE FUTURE

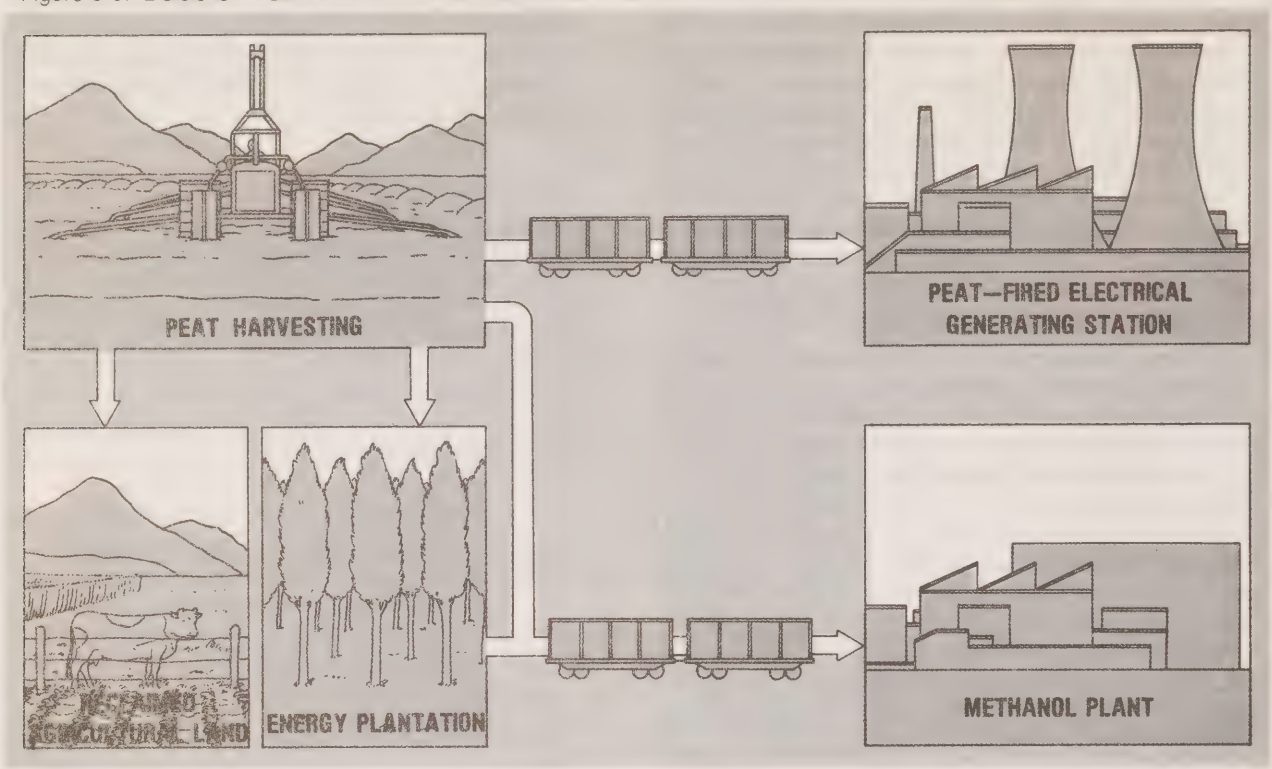


Table 6-5: WORLD PEAT RESOURCES

Country	Billions of Tonnes at 40% Moisture Content
U.S.S.R.[a]	147.4
Canada[b]	22.7
Finland	16.3
United States	12.7
Sweden	8.2
Poland	5.4
West Germany	5.4
Ireland	4.5

[a] Investigated resources; probable resources are about 200 billion tonnes.
[b] Now regarded as underestimated.

Source: "Peat Facts", 1977.

In the U.S.S.R. it is estimated tnat an electrical generating capacity in excess of 6,000 MW is peat-fired. (By comparison, Churchill Falls generates 5,225 MW and supplies about 6% of Canada's electrical power.) In addition, perhaps 4.5 million tonnes of peat are produced annually for home heating.

Ireland presently operates seven peat-fired electrical generating stations. These installations consume approximately 56% of Ireland's harvested peat (about 5 million tonnes annually) and produce about one-third of the country's thermally-generated electricity. If peat were not used as an energy source, the cost of supplying that electricity with imported oil would be some £60 million. Moreover, exports of peat (predominantly horticultural peat) currently pump £70 million a year into the Irish economy.

Irish research is currently directed towards studying the conversion of depleted bogs into energy plantations and experiments with fast-growing hybrid clones of several tree species are being actively pursued. The most promising species so far examined are willows, poplars and alders. It is estimated that the energy output per unit area from a biomass plantation will only be some 1/7th or 1/8th of that derived from milled peat production.

Peatlands cover approximately 12% of Canada's land surface, an area 12 times that of the Island of

RECOMMANDATION

Le Comité recommande d'entreprendre immédiatement une étude des conséquences de la combustion du bois pour la qualité de l'air dans les zones urbaines. Cette étude devrait être réalisée avant de recommander une intensification de l'utilisation du bois de chauffage dans les centres urbains.

RECOMMANDATION

Il faudrait réviser les règlements de sécurité en matière d'incendie et, au besoin, les rendre plus sévères afin d'éviter que l'utilisation des poêles à bois et feux ouverts entraîne une augmentation tragique des incendies dans les foyers utilisant le bois de chauffage.

B. GAZÉIFICATION

Le bois exposé à la chaleur commence d'abord par s'assécher, puis il se décompose (pyrolyse) en une variété de composés qui dépendent de la température, de la vitesse de chauffage, de la présence ou de l'absence d'oxygène. Le bois comme tel ne brûle pas, ce sont plutôt les produits dégagés par pyrolyse qui présentent cette caractéristique. Si la pyrolyse se fait dans un milieu très oxygéné, les produits qui en découlent se consomment complètement pour former principalement du gaz carbonique (CO_2) de l'eau et des cendres. Dans le cas contraire, les produits gazeux obtenus par pyrolyse se composent principalement d'oxyde de carbone (CO), d'hydrogène (H_2) et d'un peu de gaz carbonique, mieux connus sous le nom de gaz synthétique.

La gazéification du bois obtenue par pyrolyse présente des avantages importants puisque le procédé permet de transformer des matières premières encombrantes et difficiles à manipuler en des combustibles d'utilisation souple. Le gaz synthétique ainsi obtenu peut facilement se transporter par canalisations. Il peut servir à alimenter les systèmes utilisant actuellement des combustibles fossiles ou il peut être brûlé dans le but de produire de l'électricité. De plus, la composition chimique d'un gaz peut être rectifiée par un apport d'hydrogène afin d'obtenir le rapport approprié de carbone et d'hydrogène qui permet de synthétiser efficacement le méthanol.

RECOMMANDATION

Le Comité croit que, dans le cadre de la recherche et du développement portant sur la biomasse, on devrait d'abord financer les études relatives à la technologie de gazéification de la biomasse parce que cette technologie offre la possibilité d'utiliser plus efficacement le bois (et les autres matières premières de la biomasse) pour alimenter les systèmes utilisant habituellement les combustibles fossiles et parce qu'elle constitue le dernier chaînon de la technologie de synthèse du méthanol à partir de la biomasse, technologie qui devrait faire l'objet d'améliorations jusqu'à ce qu'elle permette la commercialisation de ce carburant alcoolisé comme option de remplacement.

4. LA TOURBE

A. COMPOSITION DE LA TOURBE

La tourbe est formée de substances organiques partiellement pourries et, même si une faible partie de ses constituants provient des plantes aquatiques, d'algues ou de roseaux, elle se compose principalement de mousse de sphaigne. La formation de la tourbe est un processus très lent qui est caractérisé par la décomposition de la végétation morte en milieu anaérobie (milieu privé d'oxygène). Toutes les tourbières du Canada se sont formées depuis la dernière ère glaciaire, soit depuis environ 10,000 ans.

Les tourbières diffèrent des autre terrains marécageux en ce qu'elles doivent la quasi-totalité de leur humidité aux eaux de pluie. Leur surface présente un tapis ininterrompu de mousse de sphaigne qui peut être recouvert d'une couche d'herbe, d'arbrisseaux et même parfois d'arbres. Les tourbières du Canada peuvent s'étendre sur des dizaines de kilomètres, mais elles sont habituellement beaucoup plus petites.

Les tourbières sont formées de plusieurs couches. La première couche est principalement constituée de tourbe formée de végétation vivante tandis que la deuxième se compose d'une tourbe très jeune dont la structure est lâche au point de permettre d'identifier les formes de la végétation morte qui lui ont donné naissance. La troisième couche peut varier en épaisseur mais, plus elle est épaisse, plus la tourbe devient foncée et dense jusqu'à ce qu'elle présente la couleur noire et la consistance spongieuse d'une tourbe formée depuis longtemps.

A toutes les étapes de sa formation, la tourbe contient environ 95% d'humidité. Même si cela peut sembler étonnant, ceci signifie donc que la tourbe compte moins de matières solides que le lait. Sa haute teneur en eau a toujours constitué le principal désavantage que présentait son exploitation intensive en tant que source d'énergie.

Étant donné que la tourbe ne se forme qu'à la surface de la terre et qu'elle n'est pas profonde, il est peu probable que son extraction cause des problèmes

Newfoundland. Much of the resource is located in inaccessible northern areas but significant deposits occur in the Atlantic Provinces and in southern Quebec and Ontario. Attempts to inventory the peat resource have been made in a number of parts of Canada, particularly in New Brunswick and Newfoundland, but a full characterization of the Canadian resource has yet to be done. The use of peat for energy production is attractive, particularly in areas that are deficient in other energy resources, but at the present time Canadian peat is recovered exclusively for horticultural purposes.

Recently there has been increasing interest shown in fuel peat by Canadians and one study on the feasibility of peat-fired power generation concluded that peat was economic compared with oil-fired or coal-fired stations of the same size in New Brunswick. Hydro-Québec has studied the feasibility of peat-fired power stations and has been considering peat gasification as a means of replacing diesel generation on Anticosti Island. Newfoundland is developing a peat bog to assess the feasibility and cost of harvesting and transporting fuel peat on the Island. Peat burning tests will be conducted at the Grand Falls pulp and paper mill of Price (Newfoundland) Limited. The Province is also interested in the potential for displacing diesel-electric generation with small peat-fired generating units in isolated communities.

Perhaps one reason peat development has been slow in Canada derives from the fact that very little peat expertise exists in this country. This is in contrast to many European nations where much peat R&D and the teaching of peat-related studies at the university level takes place. The technology of harvesting and utilizing peat is well developed elsewhere although it is strange to Canada.

CONCLUSION

As peat deposits often occur in less developed regions of Canada and since peat production is a labour-intensive activity, development of Canada's peat resources could provide employment as well as produce energy.

RECOMMENDATION

Canada's extensive peat deposits represent a significant alternative energy opportunity, but our resource base has been only partially outlined. An accurate assessment of its quantity, quality and location should be completed.

One option for peat use which may be particularly attractive from the point of view of helping Canada develop methanol as a portable liquid power fuel would be to develop an expertise in methanol production from peat-derived synthesis gas.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that peat R&D encompass the development of an efficient technology for the gasification of peat. This would allow Canada to broaden its resource base for the production of the alternative liquid transportation fuel methanol.

écologiques aussi importants que ceux qui découlent de l'exploitation minière à ciel ouvert. Il est cependant nécessaire de faire preuve de grande prudence pendant et après l'extraction de la mousse et de faire en sorte que la tourbière ne se transforme pas en marécage boueux. D'autres pays font l'extraction de la tourbe depuis longtemps et nous avons la chance d'avoir accès à de précieux renseignements en ce qui concerne la mise en valeur des tourbières. Gérées efficacement, les tourbières épuisées pourraient devenir des terres agricoles ou des plantations énergétiques (figure 6-9). Il est donc essentiel que la récupération de la tourbe se fasse uniquement après avoir obtenu l'assurance que la tourbière épuisée sera pertinemment mise en valeur.

Exploitation d'une tourbière pour la production d'énergie

Avant d'offrir de la tourbe utilisable, les tourbières doivent avoir atteint une étape de croissance assez avancée et, avant que la production puisse aller de l'avant, elles doivent faire l'objet de travaux de préparation qui peuvent durer plusieurs années. Il faut d'abord examiner soigneusement la tourbière afin de déterminer la quantité et la qualité de la tourbe qu'elle offre et d'établir les meilleures façons de la drainer ainsi que la facilité avec laquelle des routes ou des voies ferrées d'accès à cette ressource pourraient être construites.

Le drainage constitue la deuxième étape. Étant donné que la tourbe se compose d'eau à 95%, il est tout à fait impossible qu'à son état naturel elle puisse supporter l'équipement nécessaire à son exploitation. C'est pourquoi il faut en retirer le plus d'humidité possible. Le creusage de fossés de drainage représente la première étape du processus qui, afin de favoriser un meilleur écoulement de l'eau, se poursuit par l'approfondissement de ces fossés au fur et à mesure que la tourbière se raffermit. Il faut normalement de cinq à sept ans avant de parachever cette étape. La teneur de la tourbière en humidité est alors de 90%. Cette amélioration peut sembler insignifiante mais, en fait, elle contribue à réduire d'environ 50% la teneur en humidité de la tourbe elle-même. La tourbe, qui contient 95% d'humidité, se compose proportionnellement de 1 partie de solides pour 19 parties d'eau tandis que la tourbe qui contient 90% d'humidité se compose proportionnellement de 1 partie de solides pour 9 parties d'eau.

Le nivellement est l'étape qui suit le drainage. Le nivellement assure le séchage final de la tourbe et permet de la manutentionner avec le maximum d'efficacité.

Enfin, il faut installer à la surface de la tourbière un réseau de voies ferrées légères, ce qui facilitera la manutention et le transport de la tourbe. Étant donné toutes ces étapes et que l'épaisseur de la tourbe retirée annuellement ne dépasse pas quelques pouces, on peut dire que l'exploitation commerciale d'une tourbière peut durer plusieurs décennies.

La tourbe récupérée se commercialise sous trois formes différentes. Les pains de tourbe sont formés par des pelles découpeuses qui extraient la tourbe à toutes les profondeurs de la tourbière, la mélangent et la forment en pain. Tous les pains sont de qualité comparable et peuvent concurrencer les autres combustibles indutriels sur les marchés. La tourbe broyée est raclée à la surface de la tourbière sous forme de poudre grossière. Une fois sèche, cette poudre peut être brûlée dans les centrales ou façonnée en briquettes. Les briquettes sont des petits blocs de tourbe broyée très compacte dont la qualité est étroitement surveillée pendant le processus de mise en briquette qui ne peut présenter que de faibles variations au niveau de la densité, de la teneur en humidité et en cendres. On utilise environ 20% de l'énergie produite par la tourbe pour former les briquettes qui servent principalement au chauffage résidentiel.

B. RÉALISATIONS INTERNATIONALES ET CANADIENNES

On estime que le poids des ressources mondiales de tourbe de plus de 50 cm d'épaisseur est de 145 milliards de tonnes sèches et que, d'un point de vue énergétique, elles équivalent à 63.5 milliards de tonnes de pétrole. La majorité des tourbières se trouvent en U.R.S.S. On trouve cependant des quantités considérables de tourbe dans d'autres pays et le Canada occupe le deuxième rang quant à l'importance de cette ressource (Tableau 6-5).

En Finlande, on retrouve un certain nombre de centrales qui utilisent la tourbe afin de produire de l'électricité, de la vapeur et de l'eau chaude pour le chauffage collectif. Les Finlandais prévoient que la tourbe leur permettra de produire de 5 à 10% de leurs besoins énergétiques totaux.

On estime que les Russes produisent plus de 6,000 MW à partir de la tourbe. A titre de comparaison, la centrale des chutes Churchill produit 5,225 MW pour répondre à environ 6% de la demande canadienne en électricité. De plus, les Russes produisent annuellement 4.5 millions de tonnes de tourbe destinée au chauffage résidentiel.

L'Irlande exploite actuellement 7 centrales électriques alimentées à la tourbe. Ces installations consom-

Figure 6-9: TOURBIÈRES D'AUJOURD'HUI, TERRES AGRICOLES DE DEMAIN

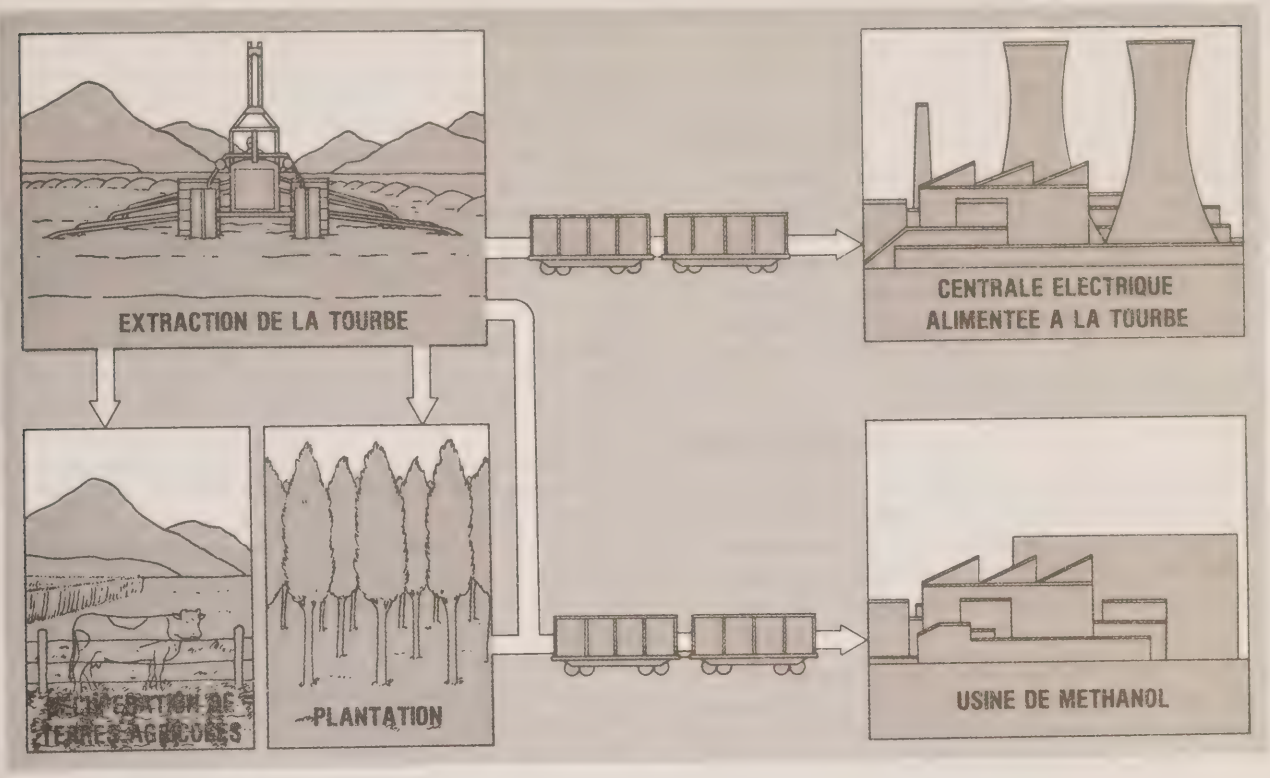


Tableau 6-5: RESSOURCES MONDIALES DE TOURBE

Pays	Milliards de tonnes de tourbe à 40% d'humidité
U.R.S.S.[a]	147.4
Canada[b]	22.7
Finlande	16.3
États-Unis	12.7
Suède	8.2
Pologne	5.4
Allemagne de l'Ouest	5.4
Irlande	4.5

[a] Ressources découvertes; les ressources possibles sont d'environ 200 milliards de tonnes.
[b] Ces chiffres sont désormais considérés comme pessimistes.

Source: «Peat Facts» 1977.

ment environ 56% de la production annuelle de tourbe du pays (environ 5 millions de tonnes par an) et produisent environ le tiers de l'énergie thermo-électrique. Si les Irlandais n'utilisaient pas la tourbe comme source énergétique, ils devraient débourser environ 60 millions de livres pour obtenir l'équivalent énergétique à partir des combustibles fossiles importés. Ajoutons que les exportations de tourbe (surtout pour l'horticulture) injectent annuellement 7 millions de livres dans l'économie irlandaise.

Les Irlandais orientent pour l'instant leurs travaux de recherche vers la conversion des tourbières épuisées en plantations énergétiques et mènent des expériences avec des clones hybrides de différentes espèces d'arbres à croissance rapide. Les espèces qui, jusqu'à présent, offrent le plus d'avantages sont les saules, les peupliers et les aulnes. On estime cependant que le rendement énergétique par superficie unitaire d'une plantation de biomasse n'équivaudra qu'au septième ou au huitième de celui que l'on obtient à partir de la tourbe broyée.

Les tourbières couvrent environ 12% de la surface des terres canadiennes, c'est-à-dire qu'elles représentent 12 fois la superficie de l'Île de Terre-Neuve. La

plupart des tourbières se trouvent dans les régions septentrionales inaccessibles, mais on trouve dans les provinces de l'Atlantique, dans le sud du Québec et de l'Ontario, d'importants gisements de tourbe. Plusieurs régions du Canada, et plus particulièrement le Nouveau-Brunswick et la Nouvelle-Écosse, ont tenté d'évaluer l'importance des ressources de tourbe mais il nous reste encore à établir tous les paramètres de cette ressource. L'utilisation de la tourbe à des fins de production d'énergie présente certains avantages, particulièrement dans les régions où les autres sources d'énergie sont insuffisantes. Le Canada n'extrait présentement la tourbe qu'à des fins horticoles.

Depuis quelques années, les Canadiens s'intéressent davantage à la tourbe comme combustible. Une étude menée au Nouveau-Brunswick et visant à établir la faisabilité d'une centrale chauffée à la tourbe et produisant de l'électricité et de la vapeur a révélé que, pour des centrales de taille identique, la tourbe coûtait moins cher que le pétrole ou le charbon. L'Hydro Québec a réalisé des études de faisabilité en rapport avec des centrales alimentées à la tourbe et songe à remplacer le diesel qui alimente sa centrale de l'Île d'Anticosti par du combustible tiré de la gazéification de la tourbe. Terre-Neuve exploite une tourbière afin d'étudier la faisabilité et le coût du ramassage et du transport de la tourbe sur l'île. On a procédé à des essais de combustion de tourbe à l'usine de pâtes et papiers de Grand Falls de la compagnie Price (Terre-Neuve). La province étudie également la possibilité de remplacer dans les communautés isolées les génératrices diesel de production d'électricité par des unités brûlant de la tourbe.

Il se peut que la lenteur qui caractérise la mise en valeur de la tourbe au Canada découle directement de notre manque de connaissances en la matière. Les pays européens, par contre, ont entrepris des travaux de recherche et de développement dans le domaine de la tourbe et offrent des programmes d'études universitaires qui portent sur le sujet. C'est la raison pour laquelle la technologie de récupération et d'utilisation de la tourbe est si avancée à l'échelle mondiale et presque inconnue au Canada.

CONCLUSION

Puisque les tourbières se trouvent souvent dans des régions du Canada économiquement moins développées et que la production de tourbe constitue une activité à forte intensité de main-d'œuvre, l'exploitation des tourbières du Canada peut fournir non seulement de l'énergie mais encore de l'emploi.

RECOMMANDATION

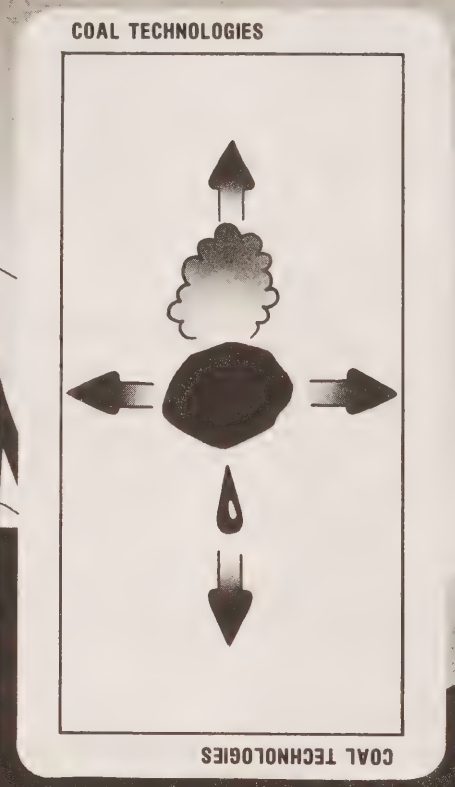
Les importantes réserves de tourbe du Canada représentent une option énergétique digne d'intérêt mais qui n'a pas été suffisamment examinée. On devrait donc déterminer exactement la quantité, la qualité et l'emplacement de ces réserves.

Si le Canada songe à utiliser le méthane en tant que combustible liquide transportable, il gagnerait beaucoup à orienter ses recherches vers la production du méthanol à partir du gaz synthétique dérivé de la tourbe.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande que la recherche et le développement en matière de tourbe visent l'élaboration d'une technologie efficace de gazéification de la tourbe, ce qui augmentera la gamme des ressources de base dont dispose le Canada pour la production du méthanol en tant que carburant liquide utilisable en transport.

Coal Technologies



1. COMBUSTION TECHNOLOGIES

A. FLUIDIZED BED COMBUSTION (FBC)

Fluidized bed combustion is a technology which promotes more efficient burning than that achieved in traditional boilers, using a variety of fuels, with less expensive equipment and causing fewer environmental problems. Since the design of an FBC boiler is to some extent independent of fuel characteristics, it is possible to fabricate large-capacity, packaged units in shops with little assembly required on site.

A boiler is a system in which a fuel is burned to produce steam. In all boilers (excluding those in nuclear powerplants) the fuel is burned with air and the resultant heat is used to vaporize and superheat a working fluid, which is almost always water. The steam produced may be used to generate electric power or to provide heat for industrial, commercial or district heating applications. The fuel is burned in a furnace which serves three purposes, namely those of reaction chamber, cooling chamber and ash disposal area — three functions which often conflict with one another. In a conventional boiler, for example, the high temperatures which promote efficient burning are incompatible with the effective cooling of combustion gases. Similarly, ash collection is easier when the fuel is burned in large pieces, but efficient combustion is promoted by fine grinding. In a fluidized bed boiler the design is such that there are no fundamental conflicts between complete combustion, gas cooling and ash collection.

A fluidized bed is a layer of solid particles which is agitated by passing a column of gas through it vertically. The gas, usually air, moves with sufficient velocity to vigorously agitate the solid particles without causing them to be blown upwards out of the bed. When in this

Techniques du charbon



1. TECHNOLOGIES DE COMBUSTION

A. COMBUSTION SUR LIT FLUIDISÉ (CLF)

La combustion sur lit fluidisé est une technologie qui permet une combustion plus efficace que celle réalisée dans des chaudières conventionnelles en utilisant une variété de combustibles et un matériel moins coûteux et en posant moins de problèmes environnementaux. La conception d'une chaudière CLF étant, dans une certaine mesure, indépendante des caractéristiques du combustible, il est possible de fabriquer en atelier des unités de grande capacité qui ne nécessiteront que peu d'assemblage à pied d'œuvre.

Une chaudière est un dispositif dans lequel on fait brûler un combustible pour produire de la vapeur. Dans toutes les chaudières (à l'exception des chaudières de centrales nucléaires) le combustible est brûlé en présence d'air et la chaleur qui se dégage sert à vaporiser et surchauffer un fluide caloporteur qui est presque toujours de l'eau. La vapeur ainsi produite peut ensuite servir à produire de l'énergie électrique ou de la chaleur utilisée à des fins de chauffage industriel, commercial ou collectif. Le combustible est brûlé dans une chaudière qui remplit trois fonctions, à savoir celle de chambre de réaction, celle de chambre de refroidissement et enfin celle de zone d'élimination des cendres. Ces trois fonctions sont souvent incompatibles avec le refroidissement efficace des gaz de combustion. De plus, le ramassage des cendres s'effectue plus aisément si le combustible est brûlé en gros morceaux alors qu'un broyage fin favorise une combustion efficace. Dans une chaudière à lit fluidisé, la conception est telle qu'il n'y a pas d'incompatibilités fondamentales entre la combustion complète, le refroidissement des gaz et le ramassage des cendres.

Un lit fluidisé est une couche de particules solides que l'on agite en y faisant passer une colonne de gaz

state, the bed shows many of the characteristics of a liquid, hence the term *fluidized.* Fuel is added to and burned within the fluidized bed, and a significant fraction of the combustion heat is extracted by heat transfer surfaces in direct contact with the bed.

Hot gases from combustion may be used to drive gas turbines for electrical power generation. The combustion chamber itself may be kept at atmospheric pressure (Atmospheric Fluidized Bed — AFB) or pressurized (Pressurized Fluidized Bed — PFB). The latter option is technically more complex but it reduces the size of the combustion chamber and hence capital costs. Tests have suggested that PFB units allow greater sulphur removal than AFB systems. Finally, the use of a gas turbine in a combined gas-steam system is more efficient with a PFB.

FBC offers a number of distinct advantages over conventional boiler technology.

- Sulphur dioxide (SO_2) emissions can be reduced at lower cost than with any available alternative by adding limestone to the bed.
- Nitrogen oxides (NO_x) emissions are reduced because of the lower combustion temperatures characteristic of FBC units.
- Coal and other fuels burn more rapidly in a fluidized bed and heat transfer to the boiler tubes is more rapid and uniform than in conventional boilers.
- The positioning and closely-spaced arrangement of the boiler tubes makes fluidized bed units more compact.
- FBC boilers can burn almost any size or type of coal and a wide variety of other fuels such as wood chips, combustible garbage, municipal sludge, agricultural wastes, oil shale and petroleum fractions as well.
- Capital costs are competitive with conventional solid fuel boilers.

The principles of FBC technology are well established, and its advantages and problems are fairly well understood. Pressurized fluidized bed boilers for electrical power generation are in the advanced pilot plant stage, and there seems to be no doubt that they will prove to be technically feasible. In North America, FBC is used today in commercially available atmospheric pressure boilers, dryers and incinerators.

In Britain, interest in FBC was sporadic until 1974 when, following a major study of the national coal industry, the government authorized the National Coal Board to implement a "Plan for Coal" that will increase annual output to 136 million tonnes with the aim of displacing oil and gas in the national energy mix. Renewed impetus was thus given to the development of FBC and by 1980 several demonstration/prototype boilers using FBC were in daily use at industrial sites.

In the United States research into FBC is at an advanced stage and the Johnston Boiler Co. of Ferrysville, Michigan is already licensed to sell boilers incorporating this technology. A recently commissioned 12.6 kilogram/second (100,000 lb/hr) FBC steam generator at Georgetown University, Washington, D.C., was designed and manufactured by Foster Wheeler Energy Corporation. This unit has been burning high sulphur coal in a densely populated area since mid-1979 and has met strict pollution emissions regulations.

The United States Department of Energy is sponsoring research into both atmospheric and pressurized fluidized bed boilers. Under this program, a 20 MW AFB pilot plant has been operated by Monangahela Power Co. at Rivesville, West Virginia since 1976. The project is aimed at developing an environmentally acceptable process for burning high-sulphur coals. Five other contracts have been let by DOE to design, build and test FBC boilers or heaters using AFB combustors. In PFB research, the Department is sponsoring the Curtiss-Wright Corp. in designing, constructing, operating and evaluating a 13 MW coal-fired pilot plant. In Fiscal Year (FY) 1980 Federal funding of FBC research amounted to over $50 million and in FY 1981 funding is to exceed $68 million.

In West Germany, a full-scale demonstration of FBC technology is underway at the Flingern power station at Dusseldorf. The 35 MW installation was designed, built and commissioned by companies of the Deutsche Babcock Group. Planning began in early 1978 and trial operations began in late 1979.

As part of the activities of the International Energy Agency, the United Kingdom, United States and West Germany are cooperating in the construction of a PFB combustor in Grimethorpe, Yorkshire, England. The facility was started in fiscal year 1977 and was to be completed in FY 1980.

The People's Republic of China is perhaps the most advanced country in terms of the practical application of FBC. Research began in the early 1960s and the first FBC boiler was put into service in Mouming in 1969. In 1980 there were more than 2,000 FBC boilers operating in China, with capacities ranging up to 50 tonnes/hour. They are used for district heating, industrial applications and power generation, and burn a wide variety of fuels including such low-grade energy sources as shale fines, coal washery wastes, stone-like coal and lignite.

Simple fluidized bed combustors have been available commercially in Canada for close to 15 years. The Department of Energy, Mines and Resources (through CANMET, the Canadian Centre for Mineral and Energy Technology) supports a demonstration program intended to promote FBC technology at an increasing scale in commercial applications specifically suited to exploit its

dans le sens vertical. Ce gaz (de l'air en règle générale) se déplace à une vitesse suffisante pour agiter vigoureusement les particules solides sans les propulser à l'extérieur du lit fluidisé. Quand le lit se trouve dans cet état, il revêt un grand nombre des propriétés d'un liquide, d'où le terme «*fluidisé*». On ajoute le combustible dans le lit fluidisé pour l'y brûler et on extrait une fraction importante de la chaleur de combustion grâce aux surfaces conductrices en contact direct avec le lit.

Les gaz chauds de combustion peuvent servir à entraîner des turbines à gaz pour produire de l'énergie électrique. On peut même maintenir une pression atmosphérique dans la chambre de combustion (lit fluidisé atmosphérique—LFA) ou encore pressuriser cette dernière (lit fluidisé pressurisé—LFP). Le lit fluidisé pressurisé pose plus de problèmes sur le plan technique mais il permet de réduire les dimensions de la chambre de combustion et par le fait même les coûts en immobilisations. Des essais laissent à penser que les lits fluidisés pressurisés permettent une plus grande élimination du soufre que les lits fluidisés atmosphériques. Enfin, une turbine à gaz utilisée dans un système alliant à la fois gaz et vapeur est plus efficace quand le lit fluidisé est pressurisé.

La combustion sur lit fluidisé comporte certains avantages bien précis par rapport à la technologie des chaudières conventionnelles:

- En ajoutant du calcaire au lit, on peut réduire les émissions d'anhydride sulfureux (SO_2) à un moindre coût qu'avec toute autre solution de remplacement.
- Les émissions d'oxydes d'azote (NO_x) sont moins importantes en raison des températures de combustion moins élevées qui caractérisent les unités de combustion sur lit fluidisé.
- Le charbon et les autres combustibles brûlent plus rapidement dans un lit fluidisé et la chaleur passe dans les tubes de la chaudière plus rapidement et plus uniformément que dans les chaudières conventionnelles.
- Le positionnement et la disposition serrée des tubes de la chaudière rendent plus compactes les unités à lit fluidisé.
- Les chaudières à combustion sur lit fluidisé peuvent brûler à peu près n'importe quelle sorte ou grosseur de charbon ainsi qu'une grande variété de combustibles comme les copeaux de bois, les ordures combustibles, les boues municipales, les déchets agricoles, le schiste bitumineux et les fractions de pétrole.
- Les coûts en immobilisations concurrencent ceux des chaudières conventionnelles à combustibles solides.

Les principes de la technologie de la combustion sur lit fluidisé sont bien connus et ses avantages et problèmes sont assez bien compris. Des chaudières à lit fluidisé pressurisé servant à la production d'énergie électrique se trouvent au stade de l'installation pilote avancée et il semble certain qu'elles s'avéreront réalisables sur le plan technique. En Amérique du Nord, la combustion sur lit fluidisé sert présentement dans les chaudières, séchoirs et incinérateurs à pression atmosphérique que l'on retrouve sur le marché.

La Grande-Bretagne s'est intéressée de façon sporadique à la combustion sur lit fluidisé jusqu'en 1974 où, à la suite d'une importante étude sur l'industrie nationale du charbon, le gouvernement a autorisé le National Coal Board (NCB) à mettre en œuvre un «Plan for Coal» (Plan en matière de charbon), plan qui porterait la production annuelle à 136 millions de tonnes et qui vise à substituer le charbon au pétrole et au gaz dans la gamme nationale de sources d'énergie. La combustion sur lit fluidisé a par le fait même connu un regain de faveur et, en 1980, on retrouvait en usage quotidien dans les industries plusieurs prototypes de chaudières utilisant une combustion sur lit fluidisé.

Aux États-Unis, les recherches sur la combustion sur lit fluidisé sont bien avancées et Johnston Boiler Co. de Ferrysville, au Michigan a déjà reçu un permis l'autorisant à vendre des chaudières incorporant cette technologie. Foster Wheeler Energy Corporation a récemment conçu et fabriqué pour le compte de Georgetown University à Washington, D.C., un générateur de vapeur d'une capacité de 12.6 kg/s (100,000 lb/h) en utilisant la combustion sur lit fluidisé. Ce générateur brûle du charbon à haute teneur en soufre depuis le milieu de 1979 dans une zone à forte densité de population tout en respectant des règlements rigoureux en matière d'émissions d'agents polluants.

Le ministère de l'Énergie des États-Unis finance des recherches tant sur les chaudières à lit fluidisé atmosphérique que sur les chaudières à lit fluidisé pressurisé. Dans le cadre de ce programme une installation pilote de chaudière à lit fluidisé atmosphérique de 20 MW est exploitée à Rivesville, en Virginie de l'Ouest, par Monangahela Power Co. depuis 1976. Le projet vise à la mise au point d'un procédé de brûlage de charbon à haute teneur de soufre qui soit acceptable sur le plan environnemental. Le Ministère a adjugé cinq autres contrats pour la conception, la construction et les essais de chaudières ou appareils de chauffage à combustion sur lit fluidisé incorporant une chambre de combustion à lit fluidisé atmosphérique. Le ministère de l'Énergie des États-Unis encourage en outre Curtiss-Wright Corp. à concevoir, construire, exploiter et évaluer une installation pilote à combustion sur lit fluidisé pressurisé de 13 MW et chauffée au charbon. Au cours de l'année financière 1980, les fonds consacrés par le ministère de

advantages; and to reduce risk to a level at which private sector funding can be rationalized.

Special objectives of the EMR demonstration program are to: provide the industrial market with an alternative to oil and natural gas; provide a means of burning high sulphur coal with control of SO_2 emissions; provide a technology for utilizing low-grade fuels which have a combination of high moisture, high ash, and low reactivity; and provide more efficient coal-to-electricity cycles (Friedrich, 1980a, p. 8). The main elements of this program are summarized in Table 6-6.

As indicated in Table 6-6, two fluidized bed boilers are being installed at a Canadian Forces Base heating plant at Summerside, Prince Edward Island. These boilers will use 5% sulphur coal from Cape Breton Island. Construction will begin in 1981 with the first unit to be commissioned in 1982. In industrial applications an FBC boiler an order of magnitude larger than the one planned for Summerside would be needed. The Department of Energy, Mines and Resources has offered financial and technical support for the construction of such a boiler by a team of designers, manufacturers and users at a suitable industrial location. For electrical power generation, an FBC boiler perhaps ten times the size of an industrial boiler would be needed. The obvious place for such a utility-sized boiler would be in the Atlantic region, with its local supply of high-sulphur coal and its dependence upon foreign oil. Under the Oil Substitution Agreement between the Governments of Canada and Nova Scotia, the Department of Energy, Mines and Resources has sponsored studies into the best location for a 150 MW unit, with completion targeted for 1988.

Western Canadian coal must be washed and dried before it is exported. In the past the drying process has used natural gas heating. However, Alberta Government regulations now require new coal dryers to be coal-fired. With FBC, this could be accomplished using the coal rejects from washing, not high quality coal. This means that some 6.4 million tonnes (7 million tons) of washing rejects produced in Alberta and British Columbia every year, which presently represent a waste disposal problem, could be utilized to fire a FBC drying unit. EMR has a contract with coal suppliers in Alberta to study the design and economic feasibility of a FBC drying facility using these coal rejects.

Table 6-6: CANADIAN DEMONSTRATION PROJECTS IN FBC

Project	Status	Completion Date	Unit Size
1. HEATING PLANT (CFB Summerside) Coal & Wood	Design 1st Unit 2nd Unit	1981 1982 1985	20 Tonnes Steam/Hour
2. INDUSTRIAL STEAM PLANT Coal & Possibly Wood	Site Proposal	1981 (Est)	100 Tonnes Steam/Hour
3. THERMAL POWER PLANT (Nova Scotia Power Commission) Coal	Site Study Design Demo	1981 1984 (Est) 1988 (Est)	150 MW(e)
4. COAL DRYER (Luscar Ltd.) Coal Washery Rejects	Study Demo	1981 1983	
5. PFBC COMBINED-CYCLE Thermal Power Plant (B.C. Hydro) Coal	Design Demo	1983 1988 (Est)	70 MW(e)
6. R&D PROGRAMS In-house and Contract	Continuing		Pilot and bench-scale experiments and mechanistic studies of combustion, emissions and metallurgy

Source: Lee *et al*, 1980, p. 63.

l'Énergie des États-Unis à la recherche sur la combustion sur lit fluidisé se sont élevés à plus de $50 millions et on s'attend à ce que ces fonds dépassent $68 millions pour l'année financière 1981.

A la centrale Flingern de Dusseldorf, en Allemagne de l'Ouest, on a entrepris une expérience de vaste envergure sur la technologie de la combustion sur lit fluidisé. Des compagnies du groupe Deutsche Babcock ont conçu, construit et mis en service cette installation de 35 MW. La planification a été entreprise au début de 1978 et les essais ont commencé à la fin de 1979.

Dans le cadre des activités de l'Agence internationale de l'énergie, le Royaume-Uni, les États-Unis et l'Allemagne de l'Ouest collaborent à la construction d'une installation de combustion à lit fluidisé pressurisé à Grimethorpe, dans le Yorkshire, en Angleterre. On a commencé à construire cette installation au cours de l'année financière 1977 et on s'attend à ce qu'elle soit terminée pendant l'année financière 1980.

La République populaire de Chine est peut-être le pays le plus avancé pour ce qui est de l'application pratique de la combustion sur lit fluidisé. C'est au début des années 60 que les Chinois ont entrepris des recherches sur cette nouvelle technologie et ils ont mis en service leur première chaudière à combustion sur lit fluidisé à Mouming en 1969. En 1980, on comptait en Chine plus de 2,000 chaudières à combustion sur lit fluidisé dont la capacité pouvait atteindre 50 tonnes à l'heure. Ces chaudières servent au chauffage communautaire, à des applications industrielles et à la production d'électricité et utilisent une grande variété de combustibles, dont certains à faible teneur comme les fines de schiste, les rebuts de lavage du charbon, l'anthracite en morceaux et le lignite.

Au Canada, on peut se procurer sur le marché de simples installations à combustion sur lit fluidisé depuis bientôt 15 ans. Le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources (par l'intermédiaire de CANMET, Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie) parraine un programme de démonstration visant à promouvoir la technologie de combustion sur lit fluidisé sur une échelle de plus en plus grande dans des applications commerciales susceptibles d'en exploiter les avantages et à réduire les risques à un point où le financement par le secteur privé soit raisonnablement possible.

Les objectifs spéciaux que vise le programme de démonstration d'EMR sont les suivants: offrir au marché industriel un autre choix que celui du pétrole ou de gaz naturel; offrir une méthode permettant de brûler du charbon à haute teneur en soufre tout en limitant les émissions d'anhydride sulfureux (SO_2); offrir une technologie permettant d'utiliser des combustibles à faible teneur qui renferment un mélange quelconque d'humidité élevée, de quantités importantes de cendres et de faible réactivité; et offrir des procédés plus efficaces de conversion du charbon en électricité (Friedrich, 1980a, p. 8). On trouvera au tableau 6-6 les principaux éléments de ce programme.

Comme l'illustre le tableau 6-6, on procède présentement à l'installation de deux chaudières à lit fluidisé à la base des Forces armées canadiennes de Summerside (Île-du-Prince-Édouard). Les chaudières brûleront du charbon à 5% de teneur en soufre, charbon provenant de l'Île-du-Cap-Breton. La construction commencera en 1981 et on s'attend à ce que la première chaudière soit mise en service en 1982. Toutefois, le secteur industriel aurait besoin d'une chaudière plus grosse que celle prévue pour Summerside. Le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources a offert son appui technique et financier à une équipe de concepteurs, de fabricants et d'utilisateurs pour la construction d'une telle chaudière dans un centre industriel. En ce qui concerne la production d'énergie électrique, il faudrait construire une chaudière à combustion sur lit fluidisé d'une capacité pouvant peut-être atteindre dix fois celle d'une chaudière industrielle. Il serait logique de construire une telle chaudière dans la région des Maritimes étant donné les richesses locales en charbon à haute teneur en soufre et la sujétion de cette région au pétrole étranger. En vertu de l'entente relative à la substitution du pétrole conclue entre le gouvernement du Canada et la Nouvelle-Écosse, le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources a défrayé le coût d'études sur le meilleur emplacement possible pour la construction d'une installation de 150 MW. On prévoit que ce projet sera terminé en 1988.

Le charbon en provenance de l'Ouest du Canada doit être lavé et séché avant qu'il puisse être exporté. Par le passé, le séchage se faisait par chauffage au gaz naturel. Toutefois, des règlements établis par le gouvernement de l'Alberta stipulent que les nouveaux séchoirs de charbon doivent être chauffés au charbon. Retenant la combustion sur lit fluidisé, on pourrait réaliser ce procédé en utilisant des rebuts de lavage du charbon plutôt que du charbon de qualité élevée. L'Alberta et la Colombie-Britannique produisent annuellement environ 6.4 millions de tonnes métriques (7 millions de tonnes courtes) de rebuts de lavage qu'il faut actuellement éliminer et qui pourraient servir à alimenter un séchoir à combustion sur lit fluidisé. En vertu d'un contrat que le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources a signé avec les fournisseurs de charbon de l'Alberta, ces derniers ont été chargés de l'étude de la conception et de la viabilité économique d'une installation de séchage à combustion sur lit fluidisé utilisant ces rebuts de lavage du charbon.

La main-d'œuvre et le financement nécessaires à ces activités sont affectés par l'intermédiaire de CANMET. On a prévu pour l'année financière 1980-1981 un total de 7.75 années-personnes et des fonds de

Manpower and funding for the above activities are being allocated through CANMET. For FY 1980-81, 7.75 person-years have been allotted and funding for R & D and Demonstration projects amounts to $218,000 in direct expenditures and $1,255,000 in contracts. Under the National Energy Program, Federal Government expenditures on new coal technologies are projected to amount to "$50 million over the period 1980-83, with the provision of a further $100 million in 1984-85" (Kelly, 1981, p. 76). The bulk of the funding is assigned to the demonstration of FBC in thermal-electric power generation in Nova Scotia.

CONCLUSION

Fluidized bed combustion technology offers the best approach to minimizing emissions of sulphur and nitrogen oxides from coal-fired boilers and for allowing the efficient combustion of a wide variety of low-grade fuels.

RECOMMENDATION

The Federal Government should undertake a thorough analysis of the opportunities and benefits of fluidized bed combustion in the Canadian context, and of the funding levels necessary to exploit the technology to maximum advantage. Topics which should be addressed in the analysis include the choice between various FBC technologies from economic and environmental standpoints, the use of fuels other than coal, and the nature of regional opportunities.

B. COAL-OIL MIXTURES (COMS)

The rapidly escalating cost of petroleum has sparked renewed interest by governments and utilities in burning slurries of coal in oil (coal-oil mixtures or COMs) in oil-fired thermal-electric generating stations. This can be accomplished with only minor modifications to power stations, whereas conversion to coal firing only requires extensive alterations. A recent study by Montreal Engineering Company on behalf of the Canadian Electrical Association showed that 5.25 million barrels of oil per year (14,400 barrels per day) could be saved by converting 11 oil-fired utility boilers in the Maritime Provinces to 50% COM (Montreal Engineering Company, 1979). The use of coal-oil mixtures is also worth considering in other applications in which oil alone is commonly used as boiler fuel, including industrial and commercial plants, district heating complexes, and ocean-going ships.

The Department of Energy, Mines and Resources, through the CANMET Energy Research Program, actively supports COM research in Canada. The COM program has been in formal existence since 1977 when a demonstration program was begun at Chatham, New Brunswick with the New Brunswick Electric Power Commission. A project is also underway to demonstrate the use of coal-oil mixtures in blast furnaces. CANMET's research and development is carried out in cooperation with a number of other agencies, including the Canadian Electrical Association, the International Energy Agency, Nova Scotia Technical College, the Ontario Research Foundation and the Saskatchewan Research Council. The total value of contracts issued by CANMET under the program to the end of fiscal year 1980-1981 amounts to approximately $1,099,000, and planned expenditures under contract for FY 1981-82 are $400,000.

A novel advance in COM technology has been made by Scotia Liquicoal Ltd. of Halifax, Nova Scotia. The company is producing COM at bench scale using a spherical agglomeration process developed by the NRC and under license to Scotia Liquicoal. Water forms up to 20% of the mixture and stabilization is achieved by ultrasonic agitation. The product is more stable, less viscous and more easily burned than conventional COMs. The company has committed over $1.1 million to bring this process to the point of commercial exploitation by late 1981.

Spherical Agglomeration in COMs

Spherical agglomeration is a means of separating ground coal from water and solid impurities. Water and oil are added to the input coal and vigorously mixed; oil coats the coal particles, which then adhere to one another forming spherules which can be separated from the impurities and most of the water by screening.

The benefits of pursuing COM technology in the Atlantic Region today are obvious. Such a strategy is of less interest in Central and Western Canada where generating alternatives allow oil-fired stations to see limited duty.

RECOMMENDATION

Canadian RD&D in coal-oil mixture technology should be accelerated where feasible. A heavy emphasis should be placed on the rapid deployment of this technology in the Maritime Provinces.

2. CONVERSION TECHNOLOGIES

Coal contains more highly complex organic molecules and has a higher carbon/hydrogen ratio than petroleum. In coal conversion, therefore, the goals are

TABLEAU 6-6: PROJETS CANADIENS DE DÉMONSTRATION DE COMBUSTION SUR LIT FLUIDISÉ

	Projet	Étape de réalisation	Date d'achèvement des travaux	Capacité de l'installation
1.	CENTRALE DE CHAUFFAGE (BFA Summerside) Charbon et bois)	Conception 1re unité 2e unité	1981 1982 1985	20 tonnes vapeur/heure
2.	CENTRALE À VAPEUR INDUSTRIELLE Charbon et peut-être bois	Proposition d'emplacement	1981 (environ)	100 tonnes vapeur/heure
3.	CENTRALE THERMIQUE (Nova Scotia Power Commission) Charbon	Étude de l'emplacement Conception Démonstration	1981 1984 (environ) 1988 (environ)	150 MW (e)
4.	SÉCHOIR À CHARBON (Luscar Ltd.) Rebuts de lavage du charbon	Étude Démonstration	1981 1983	
5.	CYCLE COMBINÉ CLFP Centrale thermique (B.C. Hydro) Charbon	Conception Démonstration	1983 1988 (environ)	70 MW (e)
6.	PROGRAMMES R & D Ministériels et contractuels	Se poursuivent		Projets pilotes et expérimentaux ainsi qu'études sur la combustion, les émissions et la métallurgie

Source: Lee *et al.*, 1980, p. 63.

$218,000 affectés aux projets de recherche et développement et aux projets de démonstration. De plus, on a prévu des contrats de l'ordre de $1,255,000. Dans le cadre du programme énergétique national, les dépenses du gouvernement fédéral sur les nouvelles technologies du charbon devraient atteindre $50 millions pour la période de 1980 à 1983, et $100 millions en 1984-1985, (Kelly, 1981, p. 76). La plus grande partie des fonds sera consacrée à la démonstration de la technologie de combustion sur lit fluidisé utilisée pour la production d'énergie électrique thermique en Nouvelle-Écosse.

CONCLUSION

La technologie de la combustion sur lit fluidisé offre le meilleur moyen de minimiser les émissions d'oxydes d'azote et de soufre dans les chaudières à charbon et de permettre la combustion efficace d'une grande variété de combustibles à faible teneur énergétique.

RECOMMANDATION

Le gouvernement fédéral devrait entreprendre une analyse détaillée du potentiel et des avantages de la combustion sur lit fluidisé dans le contexte canadien et déterminer le niveau de financement nécessaire pour tirer le plus grand parti de cette technologie. Cette analyse devrait porter entre autres sur le choix entre diverses technologies de la combustion sur lit fluidisé d'un point de vue économique et environnemental, sur l'utilisation de combustibles autre que le charbon et sur la nature des possibilités régionales.

B. MÉLANGE DE CHARBON ET DE MAZOUT

La hausse vertigineuse des coûts du pétrole a porté les gouvernements et les services d'utilité publique à s'intéresser à nouveau au brûlage des boues de charbon dans le mazout (mélange de charbon et de mazout—MCM) dans les centrales d'énergie électrique thermique chauffées au mazout. Quelques modifications mineures apportées aux chaudières suffisent pour réaliser ce procédé alors que la conversion au charbon comme seul combustible obligerait à faire d'importants changements. Montreal Engineering Company, dans une étude récente effectuée pour le compte de l'Association canadienne de l'électricité, a révélé que la conversion à 50% de 11 chaudières chauffées au mazout des services d'utilité publique des Maritimes entraînerait des économies annuelles de 5.25 millions de barils de pétrole,

two-fold — to break down the complex molecular structure and to lower the carbon/hydrogen ratio. The former objective is accomplished by the application of extreme heat; the latter is achieved either by removing carbon from the coal or by adding hydrogen to it. Coal conversion can produce either gaseous or liquid fuels.

Coal gasification is an established technology which has been applied at various times in many countries. Progress has been made recently in developing techniques for economically gasifying coal *in situ* for delivery to surface pipelines. Since Canada's coal resources are concentrated in Western Canada where extensive reserves of natural gas are also found, it will not make economic sense to pursue coal gasification in this country.

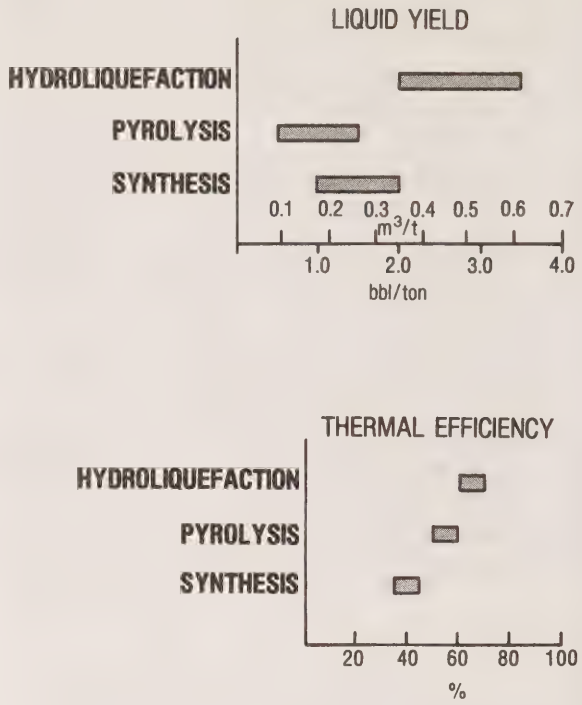
CONCLUSION

For at least the remainder of this century, Canada's resources of natural gas obviate the need to pursue coal gasification as an energy alternative.

The large-scale derivation of liquid fuels from coal in Canada is another matter, however, and one worthy of serious consideration as a medium-term energy strategy. Coal liquefaction by synthesis after gasification has been proven technically feasible, most recently at the SASOL I and SASOL II Complexes in South Africa. Various other hydroliquefaction processes are at the pilot plant stage of development. In general, the technical feasibility of coal liquefaction is well established. There are three main processes by which coal liquefaction can be achieved — hydroliquefaction, pyrolysis and synthesis — but no single technological route for the process has emerged as being clearly superior.

Hydroliquefaction takes place in a slurry under conditions of high temperature and pressure and in the presence of a catalyst. Hydrogen is added directly to the mixture or "donated" by a hydrogen-rich solvent to yield a liquid product which can then be distilled to produce a variety of fuels. The choice of catalyst determines to some extent the liquid produced; high gasoline yields, for example, are possible using zinc chloride. Whatever the catalyst, the process has a major drawback, however, as impurities and the large, heavy molecules in the coal itself quickly contaminate the catalysts, which are both difficult to regenerate and expensive to replace. As shown in Figure 6-10, the process yields between 0.35 and 0.65 cubic metres of liquids per tonne of coal (2-4 barrels/ton) with thermal efficiencies in the range of 60-75%. It is apparent that if the technological problems in hydroliquefaction can be solved, the process is the best of those available in terms of both liquid yield and thermal efficiency.

Figure 6-10: TYPICAL LIQUID YIELDS AND THERMAL EFFICIENCIES IN COAL LIQUEFACTION PROCESSES



Note: Thermal efficiency is the percentage of energy stored in the coal input which is recovered in the liquid products.

Source: Taylor, 1979, p. 14.

In the pyrolysis process, liquefaction is achieved by concentrating carbon in the input coal residue rather than by adding hydrogen. This is accomplished through destructive distillation; that is, the coal is heated in the absence of air until chemical breakdown occurs. A carbon-rich coke or char is left behind and hydrogen-rich tars, oils and gases are released which are suitable for upgrading to fuels. The process is used now in the production of metallurgical coke and the resultant tars and oils used as petrochemical feedstocks. Not all coke is suitable for metallurgical use, however, and the residue from pyrolysis (at least half the feed coal) has no present industrial application. The liquid yield is lowest of the three coal liquefaction processes, between 0.1 and 0.28 m^3/tonne (0.5-1.7 barrels/ton), but the thermal efficiency is intermediate between hydroliquefaction and synthesis at about 50-60% (Figure 6-10).

In synthesis technology the coal is first gasified and the produced gases are then synthesized into liquids.

(c'est-à-dire 14,400 barils par jour) (Montreal Engineering Company, 1979). L'emploi de mélanges de charbon et de mazout vaudrait aussi la peine d'être envisagé dans d'autres applications où le mazout est le seul combustible de chaudière utilisé, notamment les installations industrielles et commerciales, les systèmes de chauffage de quartier et les navires de haute mer.

Le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, par l'entremise du Programme de recherche sur l'énergie de CANMET, appuie de façon active les recherches sur le mélange de charbon et de mazout qui s'effectuent au Canada. Le programme MCM existe officiellement depuis 1977, année du lancement d'un programme de démonstration à Chatham (Nouveau-Brunswick) mis sur pied par la Commission d'énergie électrique du Nouveau-Brunswick. Un autre projet en cours vise à démontrer l'utilisation des mélanges de charbon et de mazout dans les hauts-fourneaux. CANMET poursuit ses programmes de recherche et de développement en collaboration avec d'autres organismes, notamment l'Association canadienne de l'électricité, l'Agence internationale de l'énergie, le Collège technique de la Nouvelle-Écosse, l'Ontario Research Foundation et le Saskatchewan Research Council. La valeur totale des contrats adjugés par CANMET dans le cadre du programme jusqu'à la fin de l'année financière 1980-1981, s'élève à $1,099,000 environ et les dépenses contractuelles prévues pour 1981-82 sont de $400,000.

La compagnie Scotia Liquicoal Ltd. de Halifax (Nouvelle-Écosse) a fait avancer la technologie de la combustion sur lit fluidisé de façon originale. La compagnie produit, à l'échelle expérimentale, un mélange de charbon et de mazout en utilisant un procédé d'agglomération sphérique mis au point par le Conseil national de recherches et pour lequel Scotia Liquicoal s'est vu accorder une licence. L'eau constitue jusqu'à 20% du mélange et la stabilisation est réalisée au moyen d'une agitation ultrasonique. Le produit qui en résulte est plus stable, moins visqueux et il brûle plus facilement que le mélange conventionnel de charbon et de mazout. La compagnie a engagé plus de $1.1 million dans le but de perfectionner le procédé pour pouvoir l'exploiter sur le marché d'ici la fin de 1981.

Agglomération sphérique dans les mélanges de charbon et de mazout

L'agglomération sphérique est une façon de séparer le charbon broyé de l'eau et des impuretés solides. On ajoute de l'eau et de l'huile au charbon injecté et on mélange vigoureusement le tout; l'huile enduit les particules de charbon qui se regroupent alors pour former des agglomérations sphérolitiques que l'on peut séparer des impuretés et de la plupart de l'eau au moyen d'un criblage.

Les avantages qu'il y aurait à poursuivre cette technologie dans la région des Maritimes sont évidents mais une telle stratégie susciterait moins d'intérêt dans la région du centre et dans l'Ouest du Canada où les autres types de production d'électricité relèguent au second rang les centrales chauffées au mazout.

RECOMMANDATION

La recherche et le développement dans le domaine de la technologie des mélanges de charbon et de mazout au Canada doivent s'accélérer dans la mesure du possible. Il faudrait mettre l'accent sur l'application rapide de cette technologie dans les provinces maritimes.

2. TECHNOLOGIES DE CONVERSION

Des molécules organiques très complexes et un rapport élevé carbone/hydrogène distinguent le charbon du pétrole. Par conséquent, en matière de conversion du charbon, on vise deux objectifs, soit la décomposition de la structure moléculaire complexe et la diminution du rapport carbone/hydrogène. On parvient à décomposer la structure moléculaire en l'exposant à une chaleur intense et à réduire le rapport carbone/hydrogène en enlevant le carbone du charbon ou en y ajoutant de l'hydrogène. La conversion du charbon peut servir à la production de combustibles gazeux ou liquides.

La gazéification du charbon est une technologie bien établie à laquelle bon nombre de pays ont eu recours de temps à autre. On a récemment mis au point de nouvelles techniques permettant de gazéifier économiquement et sur place le charbon souterrain avant de l'acheminer aux pipe-lines en surface. Les ressources en charbon canadien étant concentrées dans l'Ouest du Canada où l'on trouve d'immenses réserves de gaz naturel, il ne serait pas économique de poursuivre la gazéification du charbon au Canada.

CONCLUSION

Du moins pour le reste du siècle, les ressources de gaz naturel du Canada éliminent la nécessité de poursuivre la gazéification du charbon comme source énergétique de remplacement.

Toutefois, la dérivation sur une grande échelle de combustibles liquides à partir du charbon constitue pour le Canada une toute autre question qu'il faut sérieusement analyser en tant que stratégie énergétique à moyen terme. La liquéfaction du charbon par synthèse, après sa gazéification, s'est avérée une technique réali-

The process was pioneered in Germany before World War II and is that used at the only commercial coal conversion plant in the world, the SASOL (South African Coal, Oil and Gas Co.) complex in South Africa. Coal is reacted at high temperature and pressure with steam and oxygen to yield a mixture of gases, principally carbon monoxide (CO) and hydrogen (H_2). In order to produce liquids, the chemical bonds which were broken to produce the gas must now be partially reassembled, making the process inherently inefficient. Synthesis does have the advantage, though, that it can use a wide variety of coals and produces high quality liquids, including methanol if desired. This coal conversion route yields between 0.18 and 0.36 cubic metres of liquid per tonne (1-2 barrels/ton) but has the lowest thermal efficiency (35 to 45%) of the three options.

Liquid fuels are usable in a much greater range of applications than solid fuels and herein lies the reason for considering coal liquefaction. As an approach to oil substitution, coal liquefaction might be considered particularly attractive in Canada because of the large coal resource base. Nevertheless, when one considers this approach in terms of its economics, which conversion route to pursue and the product range, the question of whether and how to proceed with a major project becomes extremely complex.

Liquid fuels from Canadian coals are not now competitive with those derived from crude oil or oil sands. This situation is not likely to change for the simple reasons that bitumen available from oil sands is closer chemically to the desired end product than is coal, and the extraction process is cheaper than coal mining on the same scale. Furthermore, Canada has an enormous oil sands resource, sufficient to supply domestic needs for liquid hydrocarbons for several hundred years even at current rates of consumption.

Coal liquids contain more impurities than conventional oils but often contain less sulphur, so that refining them and burning the products might be environmentally less hazardous than is the case with conventional fuels. Such a statement cannot be made with confidence, however, because an assessment of environmental impact would require knowledge of the liquefaction process to be used, and the physical and chemical nature of the coal feed for the process.

The large-scale mining of coal to supply a liquefaction plant could have a profound environmental impact on the area to be mined, especially if strip-mining were done. By 1975, a total of about 16,000 hectares (40,000 acres) of land in Canada were disturbed by strip-mining for coal, of which only about 20% was slated for reclamation. In 1979, Canada produced an estimated 33 million tonnes of coal, or an average of approximately 90,400 tonnes/day. A coal liquefaction plant of optimum size — considered to be one producing about 16,000 m^3/d, or 100,000 barrels/day, of liquid products — would consume roughly 30,000 tonnes/day of coal. This would require a major boost in Canadian production and a consequent increase in the rate at which land would be strip-mined. Strip-mining for coal results in better worker health and safety, a higher percentage of coal recovery and lower production costs than is the case with underground operations. Nevertheless, problems of land reclamation and acid mine drainage would have to be faced if the decision were made to proceed with coal liquefaction on a large scale.

South Africa is the only country in the world operating commercial coal liquefaction plants. The SASOL I complex delivered its first coal liquids in 1951 and presently produces about 8% of the country's gasoline at a cost of around $2 per gallon. A second plant, SASOL II, was opened in 1980, and SASOL III is planned to begin production in 1983. The three plants together will consume 28.8 million tonnes of coal annually and will meet at least half of South Africa's petroleum needs. The project is reported to be marginally profitable in the South African context, partly because of the low cost of labour in that country, but it seems doubtful whether a similar operation could be profitable in Canada without much higher petroleum prices.

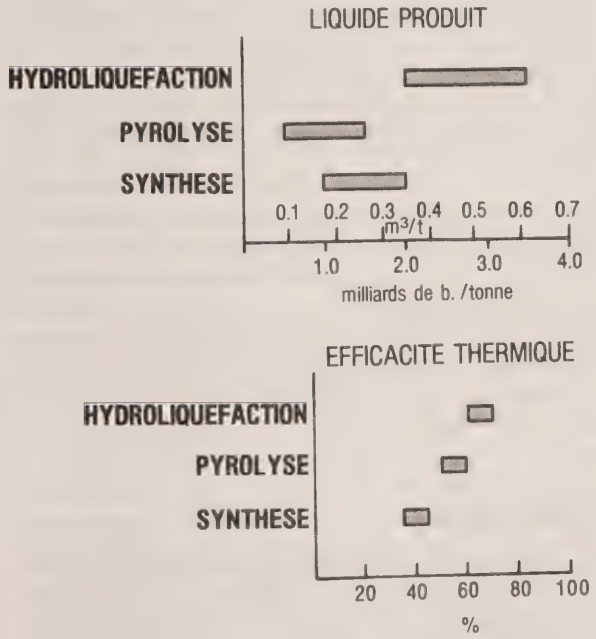
In the United States intensive research into coal liquefaction is being carried out under the auspices of the Department of Energy, with the objective of establishing a synthetic liquid fuels industry. Environmental studies into the impact of coal conversion processes are proceeding as well, and results indicate that all processes include the necessary technology to meet existing emissions standards. All of the conversion routes appear to be commercially feasible and the choice of which process to go with will depend largely upon the products desired. Department of Energy funding for coal liquefaction projects amounted to $218 million in FY 1979 and will rise to over $500 million in 1981. Nonetheless, the U.S. program has encountered considerable difficulties in trying to develop more efficient, "second generation" coal conversion technologies. Project costs are much higher than originally anticipated and progress has been slower than expected.

Plans for commercial coal liquefaction plants in West Germany should be finalized by late 1981 according to the Federal Ministry for Science and Technology. The intention, however, is to establish a world technological lead in the field rather than to make extensive use of liquefaction in Germany, because of the high expense of extracting large tonnages of German coal. The construction of 14 coal-refining pilot plants at a cost of over $2 billion is under study but it is anticipated that, in 1990, oil and gas derived from coal will satisfy only 3% of the country's needs.

sable. La preuve en a été faite tout récemment aux complexes SASOL I et II en Afrique du Sud. Divers autres procédés d'hydroliquéfaction font présentement l'objet d'essais. En règle générale, la faisabilité technique de la liquéfaction du charbon est bien établie. On peut réaliser la liquéfaction du charbon grâce à trois principaux procédés, soit l'hydroliquéfaction, la pyrolyse et la synthèse, mais aucune technique ne s'est à ce jour montrée supérieure aux autres.

L'hydroliquéfaction s'obtient dans une bouillie à des températures et des pressions élevées et grâce à un catalyseur. On ajoute l'hydrogène directement au mélange ou par le biais d'un solvant riche en hydrogène afin de produire un produit liquide que l'on peut alors distiller pour obtenir une variété de combustibles. Le choix du catalyseur détermine dans une certaine mesure le liquide produit. Par exemple, il est possible de produire d'importantes quantités d'essence en utilisant du chlorure de zinc. Ce procédé a toutefois un gros inconvénient, quel que soit le catalyseur retenu: les impuretés et les grosses molécules lourdes du charbon contaminent rapidement les catalyseurs qui sont difficiles à régénérer et coûteux à remplacer. Comme le montre la figure 6-10, le procédé donne entre 0.35 et 0.65 mètre cube de liquide par tonne de charbon (2-4 barils/tonne) avec un rendement thermique se situant entre 60 et 75%. Il est évident que si on réussit à résoudre les problèmes technologiques rattachés à l'hydroliquéfaction, ce procédé constituera le meilleur dont nous disposions tant du point de la production liquide que du rendement thermique.

Figure 6-10: PRODUCTION LIQUIDE ET RENDEMENT THERMIQUE TYPES DES DIVERS PROCÉDÉS DE LIQUÉFACTION



Note: Le rendement thermique est le pourcentage d'énergie emmagasinée dans l'apport de charbon qui est récupéré dans les produits liquides.

Source: Taylor, 1979, p. 14.

Dans le procédé de la pyrolyse, la liquéfaction s'obtient si, au lieu d'ajouter de l'hydrogène à l'apport de résidus charbonneux, on y concentre du carbone. On obtient cette concentration par distillation—c'est-à-dire qu'on chauffe le charbon sous vide jusqu'à ce que ce dernier se décompose chimiquement. On se retrouve ensuite en présence de coke ou d'un produit riche en carbone et de goudrons, d'huiles et de gaz riches en hydrogène que l'on peut transformer facilement en combustibles. Les producteurs de coke métallurgique se servent présentement de la pyrolyse et les goudrons et huiles qu'ils retirent de ce procédé sont utilisés pour alimenter l'industrie pétrochimique. Toutefois la totalité du coke ne convient pas à une utilisation métallurgique et les résidus de la pyrolyse (au moins la moitié du charbon utilisé) n'ont aucune application industrielle pour le moment. Parmi les trois procédés, c'est la pyrolyse qui manifeste la plus faible production liquide, soit entre 0.1 et 0.28 m^3/tonne métrique (0.5-1.7 baril/tonne courte). Par contre, son rendement thermique qui est de l'ordre de 50 à 60% se situe entre celui de l'hydroliquéfaction et celui de la synthèse (Figure 6-10).

Dans le procédé de la synthèse, on procède d'abord à la gazéification du charbon et ensuite à la synthétisation de ces gaz en liquides. Ce procédé a été mis à l'essai en Allemagne avant la Seconde Guerre Mondiale. En Afrique du Sud, le complexe SASOL (South African Coal, Oil and Gas Co.), seule entreprise au monde à faire la transformation commerciale du charbon, fonctionne d'ailleurs selon ce procédé. Afin de faire réagir le charbon, on le soumet à un mélange de vapeur et d'oxygène caractérisé par de hautes températures et de fortes pressions afin d'en obtenir des gaz principalement composés d'oxyde de carbone (CO) et d'hydrogène (H_2). Au moment de la liquéfaction de ces gaz, il faut reformer les liens chimiques qui avaient été partiellement brisés au moment de la gazéification, ce qui rend le procédé pratiquement inefficace. La synthèse est avantageuse en ce sens qu'elle peut être réalisée à partir d'une vaste gamme de charbons et qu'elle produit des liquides de haute qualité. Si l'on désire, on peut même en tirer du méthanol. Le niveau de production liquide de la synthèse se situe entre 0.18 et 0.36 m^3/tonne métrique (1-2 barils/tonne courte) tandis que son rendement thermique est le plus faible des trois procédés et oscille entre 35 et 45%.

Coal Liquefaction Research in the United States

The objectives of the U.S. program are to: (1) demonstrate the technical capability to commercially produce clean liquid and solid fuels from coal by at least four direct liquefaction processes (SRC-I, SRC-II, H-Coal, EDS) by the late 1980s; (2) develop improved indirect liquefaction processes to produce liquid fuels from synthesis gas made from coal by the late 1980s; and (3) promote the development of more advanced third-generation coal liquefaction processes which can be demonstrated to be commercially viable in the 1990-2000 time frame (U.S. Department of Energy, 1980a, p. 74).

The four processes referred to under item 1 above are hydroliquefaction techniques. Solvent Refined Coal (SRC) processes I and II are being tested in 6 tonnes/day and 50 tonnes/day (coal) pilot plants that are now in operation. Technical demonstration plants of 6,000 tonnes/day size (one for each process) are in design stages. H-Coal is undergoing current development in a 600 tonnes/day pilot plant which began operation in FY 1980. Exxon Donor Solvent (EDS) is undergoing development in a 250 tonnes/day pilot plant which also began operation during FY 1980. As a contribution to research in the derivation of coal liquids by synthesis, design and construction of a small (100 barrels/day) methanol-to-gasoline pilot plant based on a Mobil process is underway.

In Great Britain, the National Coal Board (NCB) recently recommended the construction of two coal liquefaction pilot plants with capacities of 24 tonnes per day of coal. The $100 million cost of this project will be shared among the NCB, British Petroleum and the Department of Energy. Its goal is to accomplish nearly 100% conversion of coal into high quality transport fuels, plus some liquid petroleum gas and synthetic natural gas.

Canada's commitment to coal liquefaction research has been limited in manpower and funding compared with American, West German and British efforts.

> The federal government, through CANMET, initiated an ongoing coal conversion contracting-out program in 1976 to study various ways to process coals into other energy forms. The liquefaction studies have included assessment of the applicability of various processes in Western Canada, bench-scale studies with Nova Scotia coals and Saskatchewan lignites, investigation of electrode coke production for the aluminum industry by the solvent refined coal process, and other more fundamental studies at various universities and research establishments. The work has served to expand Canada's technical knowledge base and to build Canadian expertise. Experimental facilities are also under construction for bench-scale research at CANMET. (Taylor, 1979, p. 30)

Total in-house expenditures on coal liquefaction to the end of FY 1980-81 under the program are estimated at $1,065,000 and expenditures of $230,000 are projected for 1981-82. Total funds contracted out to industry, public research institutes, consultants and universities from 1976 to the end of FY 1980-81 are estimated at $1,418,000 and projected expenditures for 1981-82 amount to roughly $600,000.

The Government of British Columbia is establishing an Office of Coal Research to stimulate Provincial R & D in coal liquefaction. In the meantime, B.C. Research leads the Province's technical development of coal liquefaction under monitoring by B.C. Hydro. In June 1980, the Energy Development Agency entered into negotiations to issue a contract for a pre-feasibility study on producing liquid fuels from the Hat Creek coal deposit and subsequently awarded the study to Fluor Corporation, the company responsible for the Sasol complex in South Africa. This work followed interest shown in coal liquefaction by Japanese and West German firms. A consortium comprising BC Resources Investment Corporation, Petro-Canada and Westcoast Transmission is also investigating constructing a coal liquefaction plant in the Province. The Federal Government has encouraged potential investors by indicating that it will permit the export of some of the end products.

In 1979 the Alberta Research Council, together with the Alberta Department of Energy and Natural Resources, established a task force which recommended a long-range plan for provincial research into coal and oil sands. Coal research will include studies in liquefaction, underground gasification and fluidized bed technology. Part of the work will be contracted out to the private sector.

CONCLUSION

Coal liquefaction is incompatible with the Committee's long-term objective of eliminating hydrocarbon fuels from the Canadian energy mix. Furthermore, Canada's requirements for synthetic liquid fuels in the 1980s and 1990s will be more economically met, with less environmental damage, using resources in the oil sands of Western Canada and alternative energy sources.

Les combustibles liquides se prêtent à un bien plus grand nombre d'utilisations que les combustibles solides et c'est pourquoi on envisage la liquéfaction du charbon. Le Canada, en raison de l'importance de ses ressources en charbon, pourrait être particulièrement intéressé à la liquéfaction du charbon comme moyen de substitution du pétrole. Toutefois, lorsqu'on se penche sur l'aspect économique de la liquéfaction du charbon, sur la technologie de transformation optimale et sur l'éventail des produits désirés, on se rend compte qu'il est très difficile de savoir si nous devons entreprendre un tel projet.

Les combustibles liquides tirés du charbon canadien ne concurrencent pas ceux qui sont tirés du pétrole brut ou des sables pétrolifères. On ne s'attend pas à ce que la situation change au cours des prochaines années tout simplement parce que le bitume qui provient des sables pétrolifères est chimiquement plus proche du produit synthétique visé que le charbon et parce que le procédé d'extraction est moins cher que l'extraction du charbon effectuée sur la même échelle. Même au rythme de consommation actuel, l'importante réserve de sables pétrolifères dont dispose le Canada pourra répondre à la demande intérieure d'hydrocarbures liquides pour plusieurs siècles à venir.

Les liquides tirés de la houille contiennent plus d'impuretés que les pétroles ordinaires mais ils contiennent souvent moins de soufre, de sorte que l'affinage et la combustion de ces produits sont, d'un point de vue écologique, moins dangereux que s'il s'agit de pétroles ordinaires. Nous ne pouvons cependant pas être tout à fait sûrs de ce que nous avançons. Avant de pouvoir faire des déclarations sur les répercussions environnementales de ces procédés, il faudrait savoir de quel procédé de liquéfaction il est question et connaître la nature physique et chimique du charbon utilisé dans ce procédé.

L'exploitation du charbon à grande échelle pour alimenter une usine de liquéfaction aurait de graves répercussions environnementales sur la région surtout si on décidait d'en faire l'exploitation à ciel ouvert. En 1975, l'exploitation de charbon à ciel ouvert avait touché un total d'environ 16,000 hectares de terre (40,000 acres) et 20% seulement de ces terres ont été recyclées. En 1979, on estime que le Canada a produit 33 millions de tonnes de charbon, soit une moyenne d'environ 90,400 tonnes par jour. Une usine de liquéfaction de capacité optimale, c'est-à-dire produisant environ 16,000 m^3/j, ou 100,000 barils/jour, de produits liquides, consommerait environ 30,000 tonnes de charbon par jour. Cela nécessiterait un effort de production accru et par conséquent une augmentation du rythme auquel il faudrait exploiter à ciel ouvert. L'exploitation du charbon à ciel ouvert, par opposition à l'exploitation souterraine, permet aux mineurs de travailler dans un milieu plus sain et moins dangereux et offre un plus haut pourcentage d'extraction du charbon à des coûts moins élevés. Avant de décider d'entreprendre la liquéfaction du charbon à grande échelle, il faut toutefois résoudre les problèmes de recyclage des terres et du drainage de l'acide des mines.

L'Afrique du sud est le seul pays au monde à exploiter des usines commerciales de liquéfaction du charbon. Le complexe SASOL I a produit ses premiers liquides tirés du charbon en 1951 et produit actuellement environ 8% de l'essence du pays au coût approximatif de $2 le gallon. En 1980, le complexe SASOL II est entré en exploitation et on prévoit la mise en exploitation du complexe SASOL III pour 1983. Les trois usines consommeront 28.8 millions de tonnes de charbon par année et répondront à 50% au moins des besoins en pétrole de l'Afrique du Sud. Il semble que, dans une perspective sud-africaine, le projet rapporte des profits marginaux en raison du faible coût de la main-d'œuvre mais nous doutons que le Canada puisse tirer profit d'une exploitation semblabe à moins d'augmenter considérablement le prix de son pétrole.

Dans le but de créer une industrie des combustibles liquides synthétiques aux États-Unis, des spécialistes, travaillant sous les auspices du ministère de l'Énergie effectuent présentement des recherches intensives. Des études se poursuivent également sur l'impact qu'ont les procédés de conversion du charbon sur l'environnement. Les résultats indiquent que tous les procédés comprennent la technologie nécessaire pour satisfaire aux normes existantes d'émissions. Tous les procédés semblent commercialement viables et le choix dépendra dans une large mesure des produits que l'on désire obtenir. Au cours de l'année financière 1979, le ministère de l'Énergie a fourni 218 millions de dollars pour le financement des projets de liquéfaction du charbon et, en 1981, ce montant devrait dépasser les 500 millions de dollars. Néanmoins, le programme américain s'est heurté à des difficultés considérables en essayant de mettre au point des technologies de conversion du charbon de la «deuxième génération» et plus efficaces. Les coûts du projet sont bien supérieurs à ce qu'on avait prévu et les progrès ont été plus lents qu'on ne s'y attendait.

Le ministère de la Science et de la Technologie de l'Allemagne de l'Ouest indique que les plans de production commerciale des usines de liquéfaction du charbon devraient être terminés d'ici la fin de 1981. En raison de l'importance des coûts d'extraction de leur charbon, les Allemands n'ont pas l'intention de faire une grande utilisation de la liquéfaction du charbon mais plutôt de développer une technologie mondiale de pointe en ce domaine. Les spécialistes allemands étudient présentement les possibilités de construire 14 usines pilotes de

RECOMMENDATION

Coal liquefaction should not be adopted as a long-term energy option for Canada. In the shorter term, however, a limited number of coal liquefaction projects aimed primarily at export markets could be accepted — with stringent environmental safeguards — to earn foreign exchange, to generate skilled employment and technological expertise, and to provide a supplementary source of synthetic fuel for domestic use in an emergency.

raffinage du charbon à un coût de plus de $2 milliards mais ils prévoient qu'en 1990, le pétrole et le gaz produits à partir du charbon ne répondront qu'à 3% des besoins du pays.

Recherches sur la liquéfaction du charbon aux États-Unis.

Les objectifs du programme des États-Unis sont les suivants: (1) démontrer, avant la fin des années 80, qu'il est techniquement possible de produire commercialement des combustibles liquides et solides propres à partir du charbon, par au moins quatre procédés de liquéfaction directe (SCR-I, SRC-II, H-Coal, EDS); (2) mettre au point, avant la fin des années 80, de procédés indirects de liquéfaction qui permettraient de produire des combustibles liquides à partir de gaz synthétiques dérivés du charbon; et (3) favoriser la mise au point de procédés plus avancés de liquéfaction du charbon de la troisième génération qui pourraient faire l'objet d'une démonstration de viabilité commerciale pendant la période 1990-2000 (Department of Energy, États-Unis, 1980a, p. 74).

Les quatre procédés susmentionnés sont tous des procédés d'hydroliquéfaction. Deux usines pilotes respectivement de 6 et de 50 tonnes/jour mettent présentement à l'essai le procédé I de raffinage du charbon au solvant et le procédé II. Les spécialistes procèdent actuellement à la conception d'usines de démonstration technique de 6,000 tonnes/jour chacune (il y aura une usine pour chaque procédé). Dans une usine pilote de 600 tonnes/jour qui est entrée en exploitation au cours de l'année financière 1980, les spécialistes sont en train de mettre au point le procédé appelé H-Coal. Une autre usine pilote de 250 tonnes/jour qui est aussi entrée en exploitation au cours de l'année financière 1980 consacre ses activités à la mise au point du procédé Exxon Donor Solvent (EDS). Afin d'aider les chercheurs qui se penchent sur la production de liquides à partir de la synthèse du charbon, on procède actuellement à la conception et à la construction d'une petite usine pilote (100 barils/jour) de transformation du méthanol en essence fonctionnant d'après un procédé de Mobil.

En Grande-Bretagne, le National Coal Board vient de recommander la construction des deux usines pilotes de liquéfaction du charbon d'une capacité de 24 tonnes de charbon par jour chacune. Le coût de ces usines s'élèverait à $100 millions et serait défrayé conjointement par le NCB, British Petroleum et le ministère de l'Énergie. Ces projets visent à transformer la quasi-totalité du charbon en carburant de haute qualité pour les véhicules, en gaz de pétrole liquide et en gaz naturel synthétique.

Contrairement aux États-Unis, à l'Allemagne de l'Ouest et à la Grande-Bretagne, le Canada a limité ses engagements en matière de recherche sur la liquéfaction du charbon, au niveau des ressources humaines et financières.

> En 1976, par l'entremise de CANMET, le gouvernement fédéral a entrepris un programme continu par lequel il pouvait accorder des contrats à des organismes afin que ces derniers fassent des études sur les différents procédés de transformation du charbon en d'autres formes d'énergie. Certains organismes ont entrepris des études visant à évaluer l'applicabilité des différents procédés dans l'Ouest canadien, d'autres ont mené des études expérimentales sur les charbons de la Nouvelle-Écosse et sur les lignites de la Saskatchewan, des enquêtes sur la production électrolytique de coke pour l'industrie de l'aluminium selon le procédé de raffinage du charbon au solvant tandis que des études de base étaient menées dans divers milieux universitaires et scientifiques. Ces travaux ont permis au Canada d'approfondir ses connaissances techniques fondamentales et de se doter de spécialistes en la matière. CANMET vient d'entreprendre la construction d'installations expérimentales qui lui permettront de réaliser des recherches à l'échelle du laboratoire. (Taylor, 1979, p. 30)

On estime à $1,065,000 le total des dépenses gouvernementales sur la liquéfaction du charbon d'ici la fin de l'année financière 1980-1981 dans le cadre du programme et on prévoit des dépenses de $230,000 pour 1981-82. La valeur totale des contrats adjugés à l'industrie, aux instituts publics de recherche, aux experts-conseils et aux universités entre 1976 et à la fin de l'année financière 1980-81 est estimée à $1,418,000 et on prévoit un autre montant de $600,000 environ pour 1981-82.

En Colombie-Britannique, le gouvernement provincial vient de créer un Bureau de la liquéfaction du charbon dont le but sera de stimuler la recherche et le développement en matière de liquéfaction du charbon dans cette province. Cet organisme sous la direction de B.C. Hydro occupe d'ailleurs le premier rang parmi les organismes provinciaux de développement de la technologie de liquéfaction du charbon. En juin 1980, l'Energy Development Agency a entrepris des négociations visant à l'octroi d'un contrat de recherche préliminaire par lequel elle cherchait à établir si la production de pétrole à partir des gisements de charbon de Hat Creek était faisable. C'est la Fluor Corporation, compagnie responsable du complexe SASOL d'Afrique du sud, qui a obtenu le contrat. Le travail a été entrepris après que des entreprises japonaises et ouest-allemandes se soient montrées intéressées à la liquéfaction du charbon. Un consortium formé de B.C. Resources Investment Corporation, de Pétro-Canada et de Westcoast

Transmission étudie présentement les possibilités de mise en exploitation d'une usine de liquéfaction de charbon dans la province. Le gouvernement fédéral a cherché à encourager les investisseurs possibles en indiquant qu'il permettra l'exportation de certains dérivés obtenus par ce procédé.

En 1979, le Conseil de recherche de l'Alberta, en collaboration avec le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles de l'Alberta, a établi un groupe de travail qui a recommandé un plan à long terme de recherche provinciale sur le charbon et les sables pétrolifères. La recherche sur le charbon comprendra des études sur la liquéfaction, la gazéification souterraine et la technologie des lits fluidisés. Une partie des travaux sera exécutés par le secteur privé.

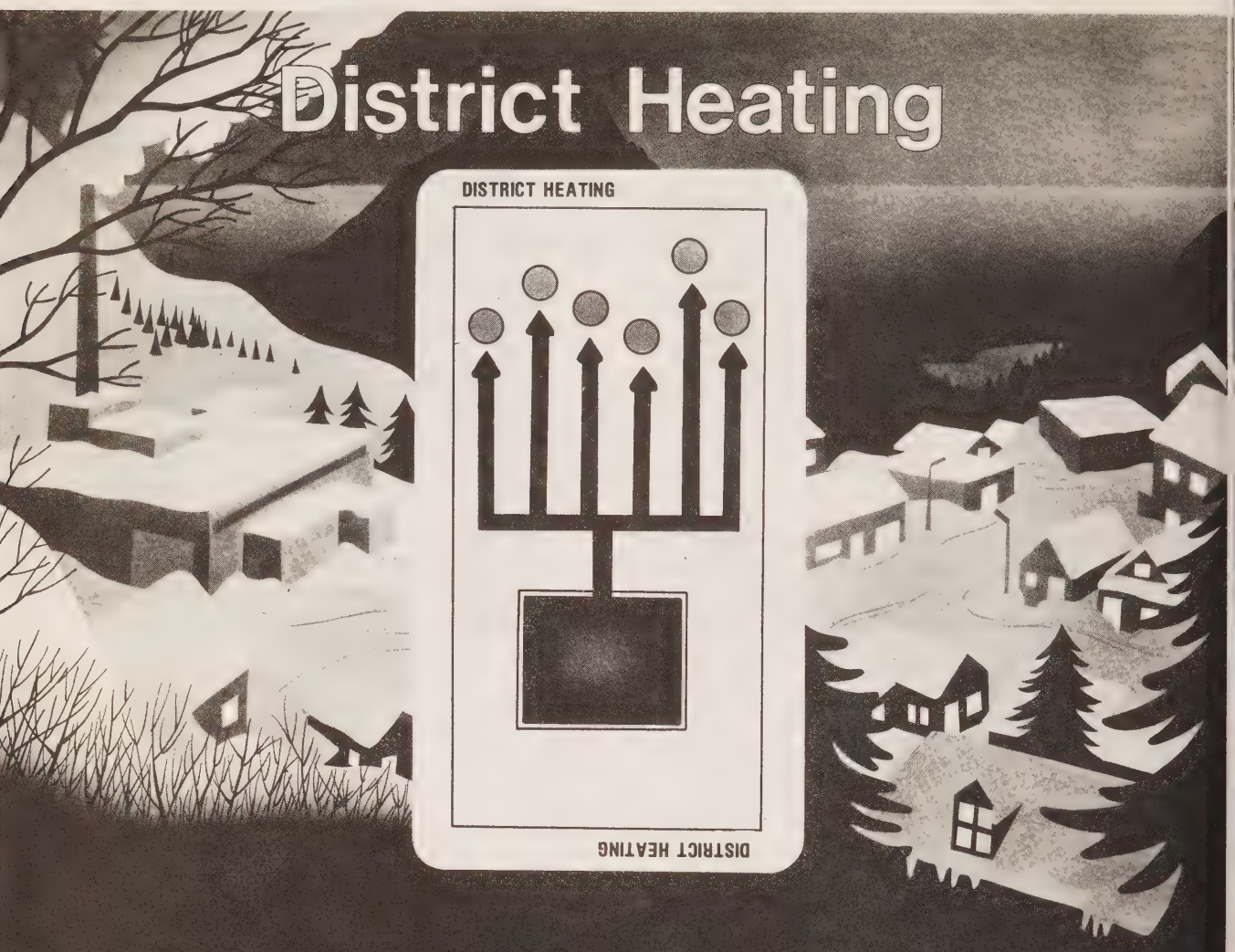
CONCLUSION

La liquéfaction du charbon ne correspond pas aux objectifs à long terme du Comité qui a l'intention d'éliminer les combustibles d'hydrocarbures de son répertoire énergétique. De plus, les ressources des sables pétrolifères de l'Ouest du pays et les sources d'énergie de remplacement pourront satisfaire aux besoins canadiens en combustibles liquides synthétiques des années 1980 et 1990 à coûts avantageux et à moindre effets dommageables sur l'environnement.

RECOMMANDATION

La liquéfaction du charbon ne devrait pas être adoptée comme option énergétique à long terme pour le Canada. Par contre, à court terme, un nombre limité de projets de liquéfaction du charbon dont les produits seraient principalement destinés aux marchés de l'exportation pourraient être acceptés, avec des contrôles environnementaux stricts, afin d'acquérir des devises étrangères, de créer de l'emploi pour la main-d'œuvre qualifiée, d'établir des connaissances technologiques et de constituer une source additionnelle de combustibles synthétiques pouvant être utilisés au Canada en cas d'urgence.

District Heating



District heating is a technology which allows residential, commercial or industrial space heating to be carried out from a central location. A heat source and a distribution system are the two basic elements in a district heating scheme, and either hot water or steam serves as the medium for delivering heat to the consumer. The heat source may range from a conventional boiler through a garbage incinerator to a nuclear powerplant. The distribution network consists of pipes which can be either buried or, in permafrost areas, housed aboveground in "utilidors" (In hot climates, district cooling is technically possible by circulating cold water to customers.) Heat may be delivered directly from combustion or reclaimed as a by-product of electrical power generation, with the latter "Combined Heat and Power" (CHP) type of scheme being termed co-generation in North America.

District heating technology in North America and in Europe has evolved along different lines (Table 6-7). The North American choice of providing steam heat from central plants using fossil fuels is the less expensive district heating option for supplying heat alone in small systems. For larger-scale applications the European approach of using hot water from co-generating systems is the preferred option.

District heating will often be cheaper than individual unit heating because of lower overall capital costs and greater combustion efficiency (even further efficiencies can be achieved with co-generation). Other factors which contribute to the attractiveness of district heating are:

- The cost of producing heat decreases as the size of a district heating plant increases, offering important economies of scale.
- Low-grade coals or combustible municipal wastes can be used to fire the boilers (most efficiently in fluidized

Chauffage par îlots



Le chauffage collectif par ilots est une technologie qui permet d'assurer le chauffage des locaux residentiels, commerciaux et industriels a partir d'une installation centrale. Ce type de chauffage comporte deux elements fondamentaux, soit une source de chaleur et un reseau de distribution de la chaleur sous forme d'eau chaude ou de vapeur. Au nombre des sources de chaleur, on retrouve les chaudieres classiques, les incinerateurs de dechets et les centrales nucleaires. Le reseau de distribution se compose de tuyaux qu'on retrouve soit enfouis sous terre soit en surface, par exemple dans les regions ou sevit le pergelisol, dans des «utilidors». (Dans les climats chauds, le refroidissement collectif est possible sur le plan technique grâce a l'acheminement d'eau froide aux clients). On peut obtenir la chaleur directement par combustion ou la recuperer comme sous-produit de la production d'electricite, ce dernier systeme «d'energie et chaleur combinees» portant le nom de cogeneration en Amerique du Nord. Ce systeme est connu sous le sigle anglais CHP (Combined Heat and Power).

La technologie en matiere de chauffage collectif par ilots n'a pas connu le meme cheminement en Amerique du Nord qu'en Europe (voir le tableau 6-7). L'Amerique du Nord a choisi de distribuer de la vapeur de centrales thermiques brulant des combustibles fossiles, ce qui constitue la façon la moins chere de fournir uniquement de la chaleur aux petits reseaux. La technologie europeenne consistant a utiliser l'eau chaude en provenance de systemes de cogeneration est preferee quand il s'agit d'applications a plus grande echelle

Table 6-7: COMPARISON OF NORTH AMERICAN AND EUROPEAN APPROACHES TO DISTRICT HEATING

North American	*European*
Single-purpose system employing a central heating plant usually fired with gas or oil to provide heat only	Dual-purpose system employing a CHP (co-generating) plant usually fired with coal to provide heat and electricity
Heat transfer medium is generally high-pressure steam or high-temperature water	Heat transfer medium is generally lower-temperature water
Serves institutional customers primarily, at premium cost	Serves institutional and residential customers at competitive costs
Handles about 1 to 2% of space heating requirement in North America	Handles from 10 to 40% of space heating requirement in Europe

Source: After Farkas, 1975, p. 2.

bed combustors), thus reducing dependence upon oil for heating.

- Air pollution can be reduced through efficient burner design and maintenance, and the installation of anti-pollution devices. For example, sulphur dioxide emissions can be largely eliminated in fluidized bed combustors using limestone for sulphur absorption.
- Fuel handling and ash disposal are simplified by comparison with dispersed heating units.
- Space in district heated buildings is not required for furnaces, fuel tanks and so on.
- Fuel costs may be reduced by bulk purchase and delivery.
- Heat can be derived from energy-efficient co-generating plants.
- Condensation in dwellings is minimized because combustion is carried out elsewhere.
- Domestic fire hazards are reduced because no fuel is stored or burned where the heat is used.

Whether district heating is competitive with unit heating, however, can only be determined by taking political, economic and social constraints into consideration:

- In planning and administering district heating schemes, the involvement of several levels of government could prove to be an impediment to efficient development.
- The cost of restructuring an area to install district heating is, in general, prohibitively high. District heating is widespread in Europe as a result of postwar reconstruction, but in the North American context, large-scale application of this option may be restricted to new construction.
- Aboveground district heating networks may be unattractive and prone to vandalism.

District heating is an established technology in Europe, Scandinavia and the Soviet Union. These nations were able to start district heating systems during the reconstruction after World War II and add to them as demand grew.

> In 1978, according to rough estimates, 600 companies distributed more than 10 [million tonnes of oil equivalent] of heat through about 1,000 district heating networks, comprising a total length of almost 9,000 km of mains. Somewhat more than one-half of this heat was used in the Federal Republic of Germany; a little less than a third went to Denmark; the remainder is divided between France (10%), the Netherlands (3%), Belgium (2%), Italy and the United Kingdom (0.2-0.3%).
>
> Total capacity, connected to district heating schemes in the [European Economic] Community, is presently of the order of 50,000 MW. The capacity per million inhabitants is, with some 2,000 MW, in Denmark, the highest of the Western World. In the Federal Republic of Germany connection density reaches about one-fifth of the Danish value. In the remaining Community countries densities are below 100 MW/million inhabitants. (Davis and Colling, 1979, p. 57)

District heating has gained in importance in Scandinavia since Sweden commissioned the first plants during the 1950s. In 1978, Sweden had 53 built-up areas served by district heating systems, 12 of which incorporated power generation plants (co-generation). The total installed district heating capacity (1978) was about 10,000 thermal megawatts or about 1.25 kW per capita for the entire population. The Stockholm district heating system is particularly noteworthy, being one of the largest co-generating systems developed in the free

Tableau 6-7: COMPARAISON DES TECHNIQUES NORD-AMÉRICAINE ET EUROPÉENNE DE CHAUFFAGE COLLECTIF

Nord-américaine	*Européenne*
Système à fonction unique à partir d'une installation centrale de chauffage normalement alimentée au gaz ou au mazout qui produit uniquement de la chaleur.	Système à deux fonctions utilisant une installation de cogénération normalement alimentée au charbon pour produire à la fois chaleur et électricité.
La vapeur à haute pression ou l'eau très chaude sert généralement de fluide caloporteur	L'eau à basse température sert généralement de fluide caloporteur
Dessert surtout les établissements, à un coût élevé.	Dessert les établissements et les clients résidentiels à des coûts concurrentiels.
Satisfait environ de 1 à 2% des besoins de chauffage des locaux en Amérique du Nord.	Satisfait de 10 à 40% des besoins de chauffage des locaux en Europe.

Le chauffage collectif sera souvent meilleur marché que le chauffage particulier en raison de coûts en immobilisations généralement moins élevés, d'une meilleure combustion (encore meilleure dans un système de cogénération). On trouvera ci-après d'autres facteurs qui contribuent à rendre attrayant le chauffage collectif.

- Plus la centrale de chauffage collectif est importante, plus le coût unitaire afférent à la production de chaleur diminue, offrant ainsi d'importantes économies d'échelle.
- On peut brûler dans une chaudière de chauffage collectif du charbon de qualité inférieure ainsi que des rebuts municipaux (surtout dans des chambres de combustion sur lit fluidisé), ce qui réduit la dépendance du mazout en matière de chauffage.
- La pollution de l'air est minimisée grâce à une conception et à un entretien efficaces des brûleurs et par suite de l'installation de dispositifs pour combattre la pollution. On peut éliminer en grande partie les émissions d'anhydride sulfureux par une combustion sur lit fluidisé en utilisant le calcaire pour absorber le soufre.
- Il est plus facile de transporter et de manutentionner le combustible ainsi que d'éliminer les cendres que quand il s'agit de petites unités dispersées.
- Dans les édifices ainsi chauffés, l'espace qui aurait autrement été occupé par des chaudières, des réservoirs, etc., peut alors être utilisé à d'autres fins.
- L'achat et la livraison en vrac peuvent permettre de réduire les coûts du combustible.
- La chaleur peut provenir de centrales de cogénération dont le rendement énergétique est élevé.
- Étant donné que la combustion n'a pas lieu dans la résidence même, on y enregistre des niveaux de condensation beaucoup moins élevés.
- Les dangers d'incendie de maison sont moins grands puisqu'on ne trouve pas de combustibles sur les lieux desservis.

Lorsqu'on essaie de déterminer si le chauffage collectif concurrence le chauffage particulier, il ne faut cependant pas oublier de tenir compte des contraintes économiques, sociales et politiques.

- Le développement efficace d'un projet de chauffage collectif pourrait être gêné par la participation de plusieurs niveaux de gouvernement à la planification et à l'administration de ce projet.
- Les coûts de restructuration d'un quartier où se trouvent des résidences à chauffage particulier pourraient se révéler inabordables. Le chauffage collectif est très populaire en Europe en raison de la reconstruction d'après-guerre. En Amérique du Nord, l'application à grande échelle de cette technique pourrait, en conséquence, être réservée aux nouveaux projets de construction.
- Les réseaux de distribution collectif en superstructure peuvent être laids et faire l'objet d'actes de vandalisme.

L'Europe, la Scandinavie et l'Union soviétique ont adopté la technologie du chauffage collectif. Ces pays ont pu la réaliser pendant la reconstruction qui a suivi la deuxième guerre mondiale et y ajouter en fonction de la demande.

> En 1978, selon des estimations approximatives, 600 compagnies ont distribué plus de 10 mtep (millions de tonnes d'équivalent pétrole) de chaleur à environ 1,000 réseaux de chauffage collectifs totalisant environ 9,000 km de tuyaux principaux. La République fédérale d'Allemagne a utilisé un peu plus de la moitié de cette chaleur, le Danemark un peu moins du tiers tandis que la France (10%), les Pays-Bas (3%), la Belgique (2%), l'Italie et le Royaume-Uni (0, 2-0, 3%) se sont partagé le reste.

Operation of District Heating Systems

In practically all district heating schemes, heat is transferred using hot water, although steam has been the medium of choice in North America. Water is inexpensive, non-toxic and has a high specific heat, meaning it can store large amounts of thermal energy compared with many other liquids. Water boils at 100°C at 1 atmosphere pressure (1 bar), but the boiling temperature rises when the water is pressurized. In modern European-style district heating applications, water temperatures and pressures rarely exceed 180°C and 10 bars, and temperatures of 130°C are typical. Because water expands with heating, the pressurizing system must be able to accommodate the increased volume. This capacity is normally provided by an expansion tank.

These pressurized systems must also provide adequate safeguards against either excess pressures or sudden depressurizations. Excess pressure can be handled by safety valves but a sudden pressure drop is a more serious concern. Pressure loss due to accidental ruptures must be localized by emergency shutoff valves. It is also desirable to exclude oxygen from the system to reduce corrosion, and soft water should be used to minimize the formation of scale deposits in boiler and distribution pipes.

Heat in the circulating water is transferred to residential or commercial users by heat exchangers such as conventional radiators. Water returning to the boiler has been cooled by some 40-60°C during circulation.

While a flat rate may be charged by a utility to a residential or industrial consumer, this offers little incentive to conserve; consequently most consumers are metered for their heat use. European research has led to the conclusion that metered customers experience average economies of 15-25% compared with flat-rate customers. A district heating meter performs much the same function as an electricity meter but it measures and records both the temperature and volume of water used. This dual function makes metering more expensive and more prone to error.

world. It comprises three subsystems with heat sources ranging from temporary and permanent conventional boilers to refuse incinerators.

Nearly 20% of Finland's buildings are serviced by district heating in 20 large communities. In 1977 the district heat demand of the Helsinki Metropolitan Area was 1,920 thermal megawatts, with thermal power plants producing 810 MW by co-generation and regional hot water boilers supplying the remainder. In Denmark, district heating is even considered an economically viable option for small communities and individual farmhouses.

In France, district heating accounts for 3% of the combined institutional, commercial and residential heating requirement. In contrast to other European countries, French systems generally use superheated water for heat transfer (although the use of steam is widespread in Paris). The West Germans are considering a national district heating grid, anticipating that by the turn of the century technology will permit the transfer of heat over long distances for use up to six hours after generation. Today, Italy boasts the longest district heating line, at 106 km. In Austria, Vienna and Salzburg are serviced by district heating in co-generating systems, and in Prague, Czechoslovakia, district heating is a civic utility with over 1,000 km of mains installed.

The U.S.S.R. is the world's largest user of district heating, with 50% of the installations and 85% of the total capacity. The Soviets claim that co-generation saves them some 36 million tonnes of coal per year — more than Canada's annual production.

In the United States, district heating systems using steam satisfied about 1% of the demand for heat in the 1970s. About half this amount was sold by utilities, and the rest was produced at government facilities, college campuses and so forth. Parts of downtown New York, Philadelphia, Boston, Detroit and other cities are supplied with steam heat from boilers and from condensing steam turbines.

District heating is not practiced on a large scale in Canada and, with the exception of a pilot hot-water system in Charlottetown, all plants distribute steam. Perhaps the oldest system is the one established in Winnipeg in 1924 where a standby coal-fired electrical plant was used to generate by-product heat. This system was expanded in the 1950s and again in the 1960s, and is now operated by the municipally-owned utility Winnipeg Hydro. In 1964, natural gas became available in Winnipeg and the plant lost its competitive edge in supplying heat. In 1978, the plant serviced 232 customers in the downtown area.

In the early 1970s, the City of Toronto began to integrate the steam heating systems of the University of Toronto, the Government of Ontario, the local Hospital Steam Corporation and its own Pearl Street plant. The project was inspired by the need to reduce air pollution by the Pearl Street plant, the idea being to phase out this old facility and finance a new one with revenues generated from an expanded downtown market. The integration is proceeding and planning is underway to include a municipal refuse incinerator for heat generation.

Exploitation des systèmes de chauffage collectif

Dans presque tous les systèmes de chauffage collectif, la chaleur est acheminée par de l'eau chaude, bien que l'on se serve plutôt de vapeur en Amérique du Nord. L'eau ne coûte pas cher, n'est pas toxique et a une chaleur spécifique élevée, ce qui lui permet d'emmagasiner bien plus d'énergie thermique que ne le peuvent bon nombre d'autres liquides. L'eau bout à 100° C, à la pression d'une atmosphère (1 bar). Toutefois, la température à laquelle l'eau bout augmente sensiblement quant l'eau est pressurisée. Dans les installations modernes de chauffage collectif de type européen, les températures de l'eau et les pressions utilisées dépassent rarement 180° C et 10 bars, les températures étant en moyenne de 130° C. Comme l'eau se dilate en chauffant, le système de pressurisation doit pouvoir recevoir le surplus d'eau causé par cette dilatation. Un réservoir d'expansion se charge habituellement de cette fonction.

Dans les unités pressurisés il faut prendre certaines précautions pour prévenir une pression trop forte ou une dépressurisation subite. Des soupapes de sûreté servent à prévenir une pression excessive. Une perte subite de pression est de nature plus sérieuse. Les pertes de pression dues à une rupture accidentelle du système doivent être localisées à l'aide de robinets d'arrêt de sécurité. Il est également préférable de ne pas se servir d'oxygène dans le réseau afin de minimiser les problèmes causés par la corrosion et il faut «adoucir» l'eau qui y entre de façon à réduire la formation de tartre dans la chaudière et dans les canalisations de distribution.

La chaleur du fluide caloporteur est transmise aux usagers résidentiels ou commerciaux par des échangeurs de chaleur pouvant revêtir la forme de radiateurs conventionnels. L'eau qui retourne à la chaudière a perdu entre 40 et 60° C dans le circuit.

Qu'un service public demande un taux fixe à ses clients résidentiels ou industriels n'encourage pas ces derniers à économiser l'énergie. Par conséquent, on installe des compteurs chez la plupart des clients. Des chercheurs européens ont constaté que les clients disposant d'un compteur avaient réalisé des économies moyennes variant de 15 à 25% par rapport aux clients payant un taux fixe. Un compteur de chauffage collectif remplit sensiblement le même rôle qu'un compteur d'électricité mais il mesure et enregistre à la fois la température, et le volume d'eau utilisé, ce qui rend les prises de mesure plus coûteuses et plus sujettes à des erreurs.

La capacité totale des projets de chauffage collectif de la Communauté économique européenne est présentement de 50,000 MW. La capacité du Danemark est la plus élevée du monde occidental et représente 2,000 MW par million d'habitants. La densité de raccord au réseau collectif de la République fédérale d'Allemagne représente environ 20% de celle du Danemark. Les densités des autres pays de la Communauté sont inférieures à 100 MW par million d'habitants. (Davis et Cooling, 1979, p. 57).

Depuis les années 50, où les premières centrales ont été mises en service en Suède, le chauffage collectif n'a cessé de prendre de l'importance en Scandinavie. En 1978, la Suède comptait 53 zones résidentielles desservies par des centrales de chauffage collectif et 12 de celles-ci fournissaient non seulement le chauffage mais aussi l'électricité (Cogénération). En 1978, la capacité installée totale de chauffage collectif était de 10,000 MW au total, soit environ 1,25 kW par habitant pour l'ensemble du territoire. Le système de chauffage collectif de Stockholm vaut particulièrement la peine d'être cité étant donné qu'il est la centrale de cogénération la plus importante du monde occidental. Cette centrale comprend trois sous-groupes qui sont alimentés par des chaudières classiques temporaires et d'autres permanentes, ainsi que par des incinérateurs de rebuts.

Dans 20 agglomérations importantes de la Finlande près de 20% des édifices sont chauffés par chauffage collectif. En 1977, la demande était de 1,920 MW thermiques. Les centrales thermiques alimentées au combustible fossile ont produit, par cogénération, 810 MW tandis que le reste de la demande a été satisfait par des chaudières régionales à eau chaude. Les Danois considèrent que le chauffage collectif représente une option économiquement viable même pour les maisons de ferme individuelles ou les très petites agglomérations.

En France, le chauffage collectif assure 3% des besoins combinés des secteurs public, commercial et domiciliaire. Contrairement aux autres pays européens, les systèmes français emploient l'eau surchauffée pour le transfert de chaleur (quoique l'on se serve beaucoup de la vapeur à Paris). En Allemagne de l'Ouest on étudie présentement la possibilité de construire un réseau de chauffage collectif national et on s'attend à ce que la technologie de l'an 2000 soit assez évoluée pour permettre le transport de la chaleur sur de longues distances et ce, jusqu'à six heures après sa génération. La plus longue distance entre la centrale et le marché desservi est de 106 km et se trouve en Italie. En Autriche, les villes de Vienne et de Salzbourg sont alimentées par des projets de chauffage collectif de cogénération. A Prague, en Tchécoslovaquie, le chauffage collectif est un service d'utilité publique et compte 1,000 km de tuyaux.

L'U.R.S.S. est le plus important utilisateur de chauffage collectif au monde avec 50% des installations et 85% de la capacité totale. Les Russes prétendent qu'en

Smaller district heating plants operate in downtown Montreal (Canadian National Railways), Ajax, London, Ottawa (Parliament Hill), Vancouver, Charlottetown, Yellowknife and Inuvik. The Inuvik scheme is of particular interest because steam is piped aboveground in utilidors totalling 8 km in length.

Canadian research into district heating was sponsored by the Office of Energy Conservation, EMR, which funded a number of consultants' studies in 1976 and 1977. Other studies to assess the feasibility of expanding district heating facilities or installing new ones have been undertaken in Vancouver, Regina, Sarnia, Montreal, Halifax, Edmonton, Toronto, London, Charlottetown and Summerside.

In January 1981 the Governments of Canada, Ontario and the City of Ottawa agreed to undertake a demonstration project for the district heating of 197 homes to be built in LeBreton Flats. The heating plant will operate initially on natural gas but other fuels may be substituted at a later time. Heat will be distributed by hot water rather than steam and, while the cost of the heat will be shared equally by tenants, each home will have its own flow and temperature meters. The City of Ottawa will own and operate the district heating utility, and startup is scheduled for late 1981.

CONCLUSION

District heating will have limited application in Canada as the costs of installing such systems in built-up areas are prohibitively high. This technology may, however, make economic sense in regions of new construction.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that district heating should be considered as an energy-conserving technology for new subdivisions, communities and industrial parks.

se servant de systèmes de cogénération, ils économisent 36 millions de tonnes de charbon par année, c'est-à-dire plus que la production annuelle de charbon du Canada.

Au cours des années 1970, les systèmes de chauffage collectif à vapeur produisaient environ 1% de la demande aux États-Unis. Les services d'utilité publique ont vendu environ la moitié de cette production tandis que le reste de cette chaleur était produite par les chaudières des édifices gouvernementaux, des campus universitaires, etc. D'importantes zones des centre-villes de New York, de Philadelphie, de Boston, de Détroit et d'autres villes sont desservies par des systèmes de chauffage collectif à vapeur qui s'alimentent directement de chaudières ou des condensateurs de turbines à vapeur.

Le chauffage collectif n'est pas pratiqué à grande échelle au Canada et, à l'exception du système-pilote à eau chaude de Charlottetown, les centrales existantes distribuent plutôt de la vapeur que de l'eau chaude. Il se peut que le plus vieux système de ce genre ait été établi à Winnipeg en 1924 au moment où on a décidé d'utiliser à des fins commerciales les sous-produits calorifiques engendrés par une centrale électrique auxiliaire alimentée par la combustion de charbon. Le système a fait l'objet de travaux d'expansion au cours des années 1950 puis des années 1960 et est présentement exploité par Winnipeg Hydro, service d'utilité publique qui appartient à la municipalité. En 1964, les systèmes de chauffage au gaz naturel sont apparus dans la ville et la centrale de chauffage collectif ne représentait plus un moyen concurrentiel de se chauffer. En 1978, la centrale desservait 232 clients du centre-ville.

Au début des années 1970, la ville de Toronto mettait en œuvre un projet d'intégration des systèmes de chauffage à vapeur de l'université de Toronto, du gouvernement de l'Ontario et de l'organisme local appelé Hospital Steam Corporation ainsi que celui de sa propre centrale de Pearl Street. C'est le besoin de réduire le niveau de pollution atmosphérique de la centrale de Pearl Street qui est à l'origine du projet. La ville avait alors l'intention de désaffecter peu à peu cette vieille centrale et d'en construire une nouvelle à l'aide des revenus provenant de l'expansion de la zone commerciale du centre-ville. Le processus d'intégration est présentement en cours et on a également l'intention d'inclure dans le réseau un incinérateur municipal de rebuts.

Dans le centre-ville de Montréal (Chemins de fer Nationaux), à Ajax, à London (Ontario), à Vancouver, à Charlottetown et à Inuvik, de plus petites centrales de chauffage collectif sont en exploitation. Le réseau d'Inuvik présente un certain intérêt puisque les tuyaux de transmission sont construits hors terre dans des corridors pour services d'utilité publique qui courent sur une distance de 8 km.

Les recherches canadiennes entreprises sur le sujet étaient parrainées par l'Office de conservation d'énergie d'Énergie, Mines et Ressources. En 1976 et 1977, ce Ministère a d'ailleurs financé de nombreuses études menées par des firmes d'experts-conseils. A Vancouver, Regina, Sarnia, Ottawa, Montréal, Halifax, Edmonton, Toronto, London, Charlottetown et Summerside, on effectue présentement d'autres études visant à déterminer la faisabilité des projets d'expansion des centrales existantes ou des projets d'installations de nouvelles centrales.

En janvier 1981, les gouvernements du Canada et de l'Ontario et la ville d'Ottawa ont signé une entente par laquelle ils convenaient de construire 197 maisons sur les Plaines LeBreton qui seraient chauffées par chauffage collectif. A l'origine, la centrale de chauffage fonctionnera au gaz naturel. On s'attend cependant qu'après la mise en service de celle-ci on pourra substituer au gaz naturel d'autres combustibles. La distribution de chaleur se fera par eau chaude et non par vapeur et, bien que les coûts de chauffage seront partagés également par tous les locataires, chaque résidence sera munie d'un débitmètre et d'un thermomètre. C'est la ville d'Ottawa qui sera propriétaire qui veillera à l'exploitation des installations de chauffage collectif; son démarrage est prévu pour la fin de 1981.

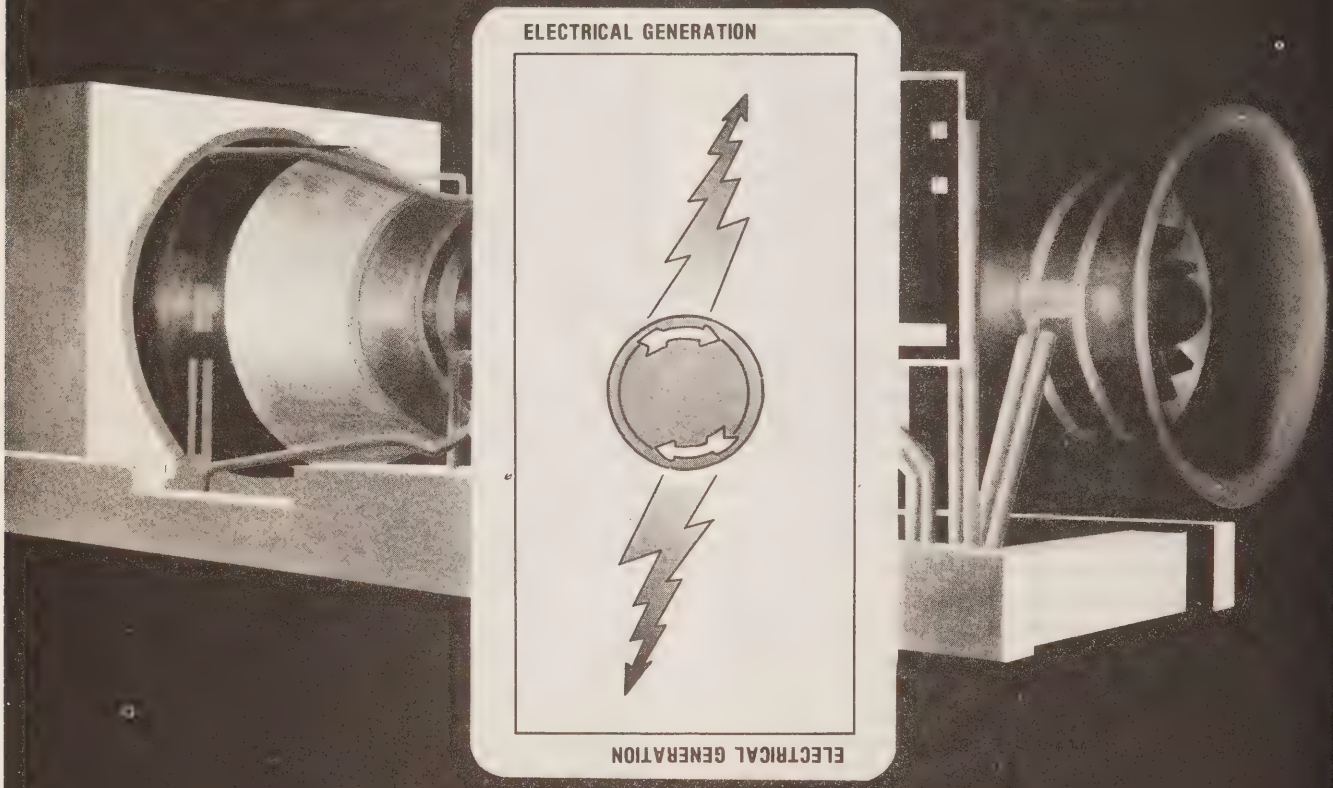
CONCLUSION

Les possibilités d'application du chauffage collectif sont limitées au Canada du fait que l'installation de ces systèmes coûterait trop cher dans les agglomérations existantes. Cette technologie présente cependant des avantages économiques marqués dans les régions en voie d'urbanisation.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande qu'on envisage le chauffage collectif comme technologie permettant de conserver l'énergie dans les nouveaux lotissements, les nouveaux centres urbains et les nouveaux parcs industriels.

Electrical Generation



1. COMBINED-CYCLE GENERATION

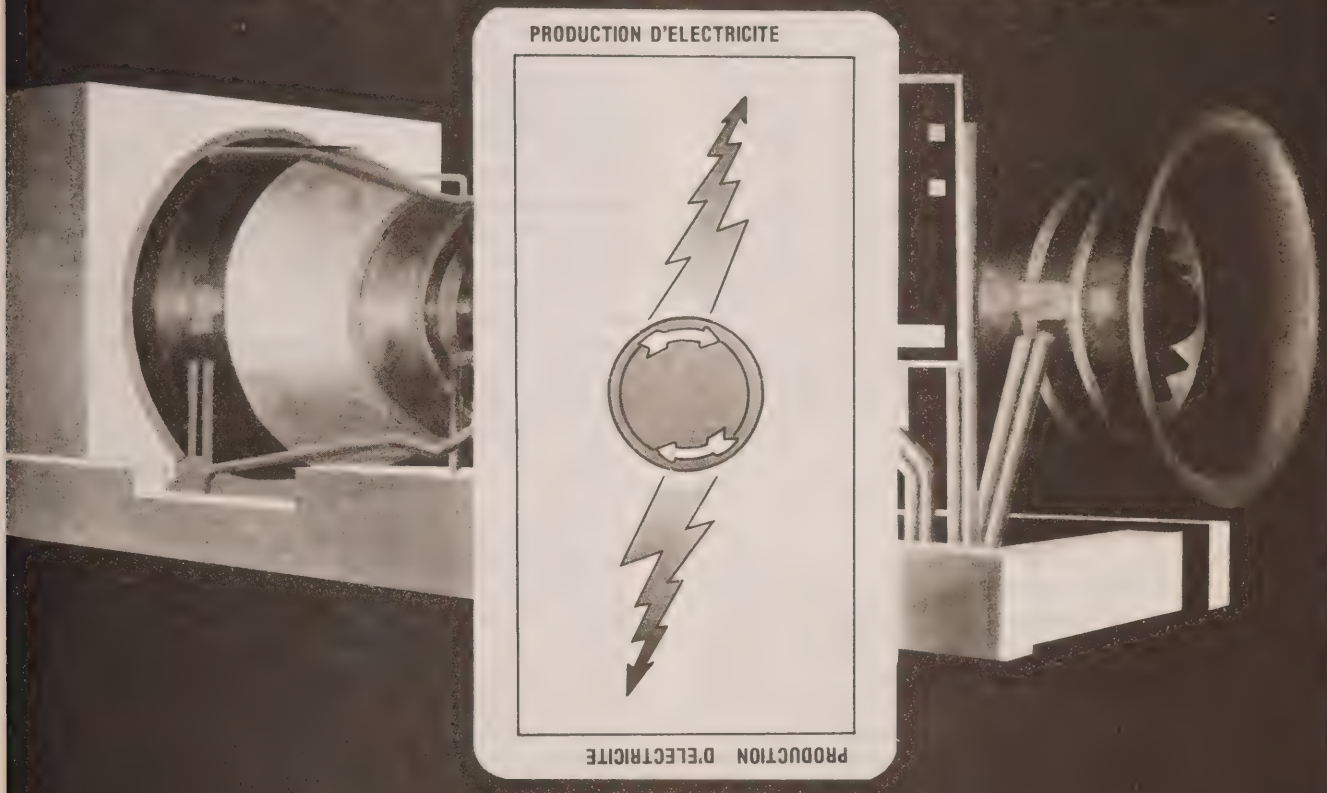
A. INTRODUCTION

In the large thermal-electric generating stations of today's utility systems, the intent is to produce electricity with maximum efficiency in converting thermal energy into electrical energy. A modern, fossil-fuelled, central power station will succeed in this endeavour with an efficiency of roughly 35% over its operating lifetime, with the remaining two-thirds of the thermal energy exhausted to the environment as "waste heat". Nuclear-electric stations do even less well, with the Pickering Generating Station demonstrating a conversion efficiency of about 30%. Accounting further for energy losses in transmission lines, transformers and the distribution grid, one finds that only 25 to 30% of the energy contained initially in the powerhouse fuel is delivered to the point of use as electricity. At today's fuel prices and with the longer term prospect of petroleum scarcity, this is not a happy situation.

Combined-cycle generation is an approach to achieving maximum *energy* efficiency, typically in industrial settings, as opposed to the central power station concept of maximizing *electrical* efficiency. Combined-cycle systems usually involve the simultaneous production of heat and electricity. In this configuration such systems are termed co-generation in North America and combined heat and power (CHP) in Europe. Occasionally, combined cycles are employed to produce electric power alone.

Various names for more energy-efficient industrial systems are appearing in the literature, sometimes to describe schemes which are rather old in practice. A *total energy system* refers to one which supplies all the

Production d'électricité



1. LA PRODUCTION EN CYCLE COMBINÉ

A. INTRODUCTION

Les grandes centrales thermoelectriques exploitees actuellement par les services publics ont pour but de produire l'electricite avec le maximum d'efficacite a partir de la conversion de l'energie thermique en energie electrique. Les centrales thermoelectriques modernes alimentees de combustibles fossiles reussissent, au cours de leur vie utile, a convertir 35% de l'energie thermique en energie electrique, les deux tiers de cette energie thermique sont rejetes sous forme de «chaleur perdue». Les centrales nucleaires sont encore moins efficaces; le taux de conversion observe dans la centrale Pickering ne depasse pas 30%. Si l'on tient compte des pertes d'energie dans les lignes de transmission, les transformateurs et les reseaux de distribution, on trouve que sur l'ensemble de l'energie contenue initialement dans le combustible d'alimentation, 25 a 30% seulement parvient au consommateur sous forme d'electricite. Et si l'on ajoute a ce fait les prix actuels des combustibles et, a l'horizon plus lointain, la penurie du petrole, on deduit que la situation n'incite point a l'optimisme.

La production energetique en cycle combine a pour objet de realiser, surtout a l'echelle de l'exploitation industrielle, un rendement *énergétique* maximal par opposition au rendement *électrique* maximal recherche dans les centrales classiques. Les systemes de production combinee visent normalement la production simultanee de chaleur et d'electricite; on les appelle systemes de cogeneration en Amerique du Nord et systemes de production combinee d'energie et de chaleur en Europe. Il est des cas ou ces systemes servent uniquement a la production d'electricite.

electricity at a site (either in isolation or with backup from a utility) and which also handles all or part of the heating and cooling loads of the site. While new in name, such installations were actually common early in this century in industrialized countries.

Systems which make sequential use of the energy input to perform a series of tasks are often described as *cascading systems.* Such systems put energy to progressively less demanding uses as it degrades in quality. For example, the Committee heard a proposal to link a generating station, a heavy water plant and greenhouses in a cascading, energy-using configuration, each step utilizing heat at progressively lower temperatures. Energy cascading is the central element in proposals to create *energy centres* around large thermal-electric generating stations, capitalizing upon the powerplant's rejected thermal energy. Regardless of the name applied, however, the goal is to convert as much of the energy of a fuel into useful work as is possible in a given situation.

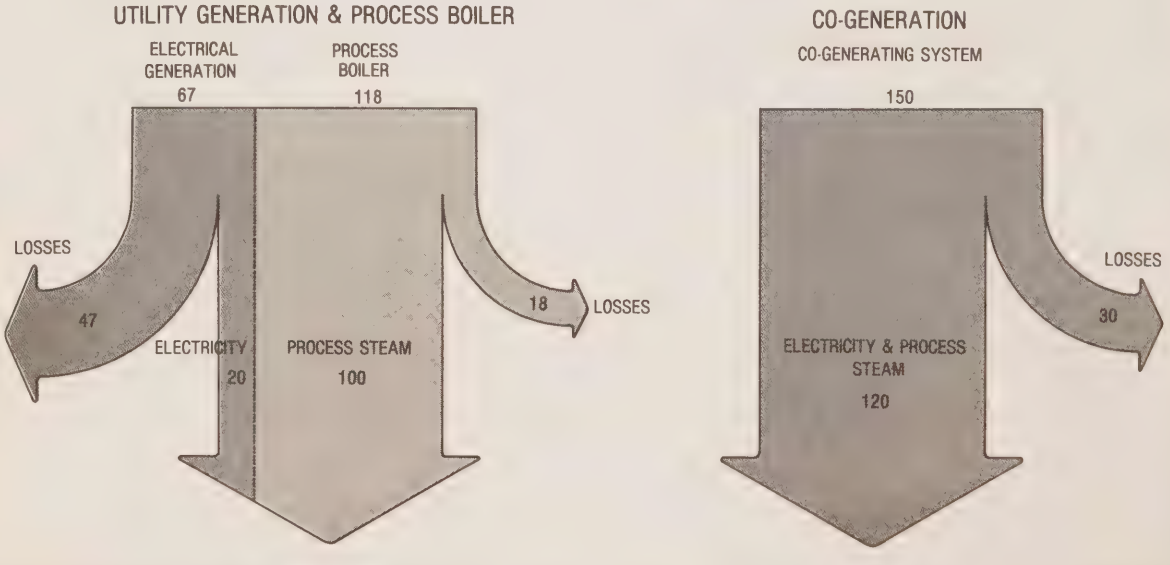
B. CO-GENERATION

A co-generating system produces electricity and heat (and sometimes mechanical energy) in tandem, with reclaimed heat from one part of the system being used as an energy source for the other. Such systems have their greatest potential in an industrial setting where a significant requirement for electricity is coupled with a large and continuous demand for process steam.

Co-generation can be approached in two ways, through topping and bottoming configurations. In a topping cycle, electricity is generated at the front end of the system and the exhausted heat is either delivered directly as thermal energy to another process (such as a district heating scheme or an industrial process) or recovered for some other form of useful work. In a bottoming cycle, thermal energy is produced for process use and then recovered for electrical generation at the back end of the system. The choice between topping and bottoming cycles in co-generation depends upon the relative need for electricity and thermal energy in the co-generating scheme.

Fuel Saving by Co-generation

A simple example of co-generation illustrates the value of the approach. Consider an industrial development requiring 20 units of electric power and 100 units of process steam energy. At most locations today a utility supplies the electricity and an on-site process boiler makes the steam. Assuming an efficiency of 30% in the system delivering the electricity and an efficiency of 85% for the boiler system, 185 units of fuel are required to run the facility (67 units of fuel at 30% efficiency equals 20 units of electricity; 118 units of fuel at 85% efficiency equals 100 units of process steam). A properly matched, steam turbine co-generating system might handle these same energy needs with an overall efficiency of about 80%, necessitating a fuel input of 150 units (150 units of fuel at 80% efficiency equals 120 units of electricity and process heat). The co-generation system described thus saves 35 units of fuel for a fuel-saved ratio of 35/185 or 19%.



Les publications courantes donnent des noms variés aux systèmes industriels destinés à augmenter le rendement énergétique, noms qui parfois décrivent des techniques dont l'application remonte à plusieurs années. *Le système «énergie totale»* fournit l'électricité à un centre de consommation donnée (totalement ou en partie grâce à un appoint d'un réseau) et qui répond également, d'une façon totale ou partielle, aux besoins de chauffage et de refroidissement de ce centre. En fait, malgré la nouveauté de son nom, ce système était couramment utilisé au début de ce siècle dans les pays industriels.

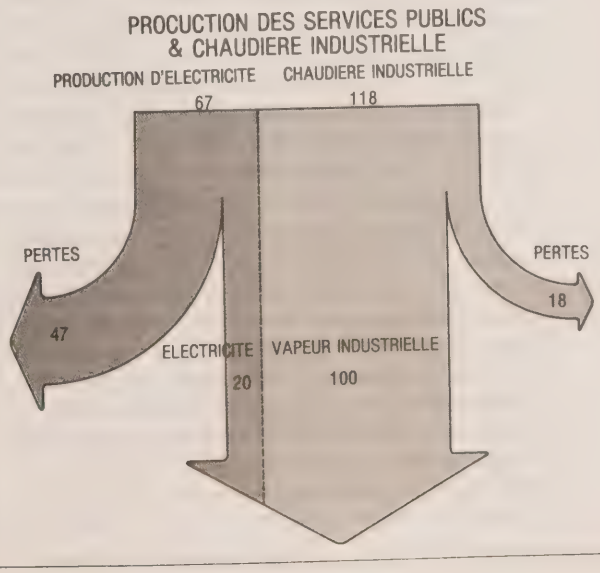
Les systèmes où l'apport d'énergie est exploité par étapes successives afin d'aboutir à une série de produits sont souvent dénommés *systèmes en cascade*. Dans ce cas l'énergie à des emplois de moins en moins exigeants au fur et à mesure qu'elle baisse en qualité. Par exemple, le Comité a entendu une proposition visant à relier une centrale d'énergie, une usine d'eau lourde et un ensemble de serres dans un plan d'exploitation énergétique en cascade dont chaque étape utilise la chaleur à des températures de moins en moins élevées. L'utilisation en cascade de l'énergie est l'élément central de propositions visant à créer des *centres d'énergie* autour des grandes centrales thermoélectriques pour tirer parti de l'énergie thermique rejetée par les centrales. Le but, quel qu'en soit le nom, est d'exploiter l'énergie d'un carburant de la façon la plus intensive possible et de l'utiliser sous la forme qui convient à chaque situation.

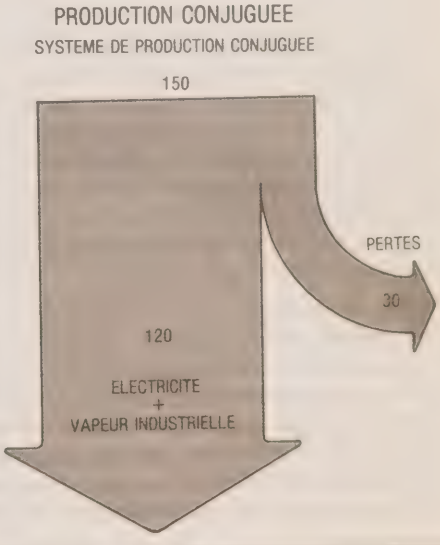
B. COGÉNÉRATION

Dans un système de cogénération, l'électricité et la chaleur (et parfois l'énergie mécanique) sont produites en série et la chaleur récupérée d'une section du système sert de source d'énergie dans l'autre. Ces systèmes s'avèrent très efficaces dans les installations indus-

L'économie de combustible par la cogénération

Un simple exemple de cogénération suffit à illustrer la valeur de ce système. Supposons qu'une usine nécessite 20 unités d'énergie électrique et 100 unités d'énergie thermique pour le traitement à vapeur. Dans la plupart des usines actuelles, l'électricité est fournie par un service public et la vapeur provient d'une chaudière locale. En supposant une efficacité de 30% pour l'électricité fournie et de 85% pour la chaudière, l'usine a besoin de 185 unités de combustible (67 unités de combustible converties pour une efficacité de 30% donnent 20 unités d'électricité; 118 unités de combustible converties à 85% donnent 100 unités de vapeur de traitement). Un système de cogénération actionné par turbine à vapeur et dûment adapté peut répondre à ces mêmes besoins énergétiques avec une efficacité de 85% et moyennant 150 unités de combustible (150 unités de combustible utilisées pour une efficacité de 80% donnent 120 unités d'électricité plus la chaleur de traitement). Le système de cogénération économise donc 35 unités de combustible et réalise un taux d'économie de combustible de 35/185 ou 19%.

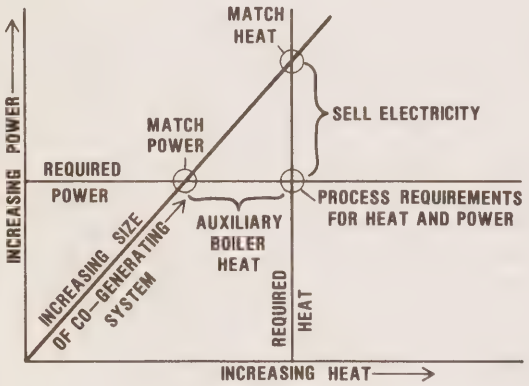




Despite the advantages in fuel saving, the percentage of industrial electricity derived from co-generation has fallen during the twentieth century. In the United States, industrial co-generation accounted for one-third or more of industrial electricity use in 1900; it represents less than 5% today. The explanation is straightforward and is basically a matter of economics. With relatively low fuel costs, steadily improving conversion efficiencies, increasing powerplant size and the reliability of large, multi-unit systems, the utilities could offer industrial power at lower rates than industry could achieve itself

Co-generation and Process Matching

Figure 6-11: A HYPOTHERICAL CO-GENERATING SYSTEM WITH EXCESS ELECTRICAL GENERATING CAPACITY



The illustration above represents a co-generation scheme where the ratio of power to heat exceeds that required at the site. The sloped line beginning at the origin and rising to the right represents a co-generating system of increasing size. Reflecting the power/heat ratio, the slope of the line is characteristic of the system in question and is a function of the temperature at which heat is required in the process.

In this example, if the co-generating system is selected to match the power requirement, then the system does not produce enough heat and an auxiliary boiler must be installed to make up the deficiency. If the system is designed to match the heat requirement, on the other hand, more electric power is generated than required at the site and the excess power must then be sold to a utility.

Industrial Co-generation in Canada

A recent study has estimated that the technical potential for industrial co-generation in Canada exceeds 4,000 megawatts, distributed by sector as shown in Table 6-8.

Table 6-8: THE POTENTIAL FOR INDUSTRIAL CO-GENERATION IN CANADA

Sector	Potential in Electrical Megawatts
Pulp and Paper	1,613
Food and Beverage	211
Iron and Steel	149
Chemicals	593
Textiles	26
Refineries	880
Mining	134
Institutional	196
Manufacturing	224
TOTAL FOR CANADA	4,026

Source: Canada, Department of Energy, Mines and Resources, 1980a, p. 51.

Some 1,100 to 1,400 MW of this potential has already been developed, notably in the pulp and paper industry and in heavy water production, and an additional 1,400 MW is considered economically exploitable (under conditions prevailing at the time of the study in 1977). Compared with Canada's total generating capacity of more than 77,000 megawatts, the opportunities to pursue co-generation now and in the future are modest but not inconsequential.

Companies such as Dow Chemical and Suncor already operate major co-generation schemes. The Nova Scotia Power Corporation owns two such systems, both supplying process steam to heavy water plants, and the New Brunswick Electric Power Commission owns a unit supporting a newsprint mill. Most co-generation schemes in Canada today use natural gas or oil as the fuel, a situation which will change with time. Coal, petroleum coke and hog fuel (waste wood in the forest industry) are other fuels presently being used.

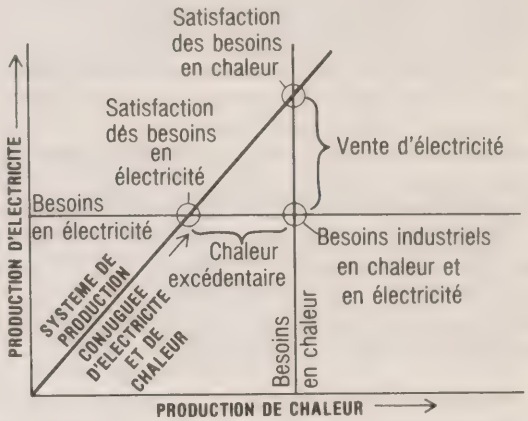
trielles où les besoins importants de l'électricité sont associés à un besoin continu et aussi important de la vapeur de traitement. La cogénération peut être réalisée selon deux cycles: électrique-thermique et thermique-électrique. Dans le cycle électrique-thermique, l'électricité est produite en premier lieu et la chaleur dégagée est, soit utilisée directement comme source d'énergie thermique d'un autre processus d'exploitation (chauffage de quartier ou traitement industriel), soit récupérée pour servir à un autre usage. Dans le cycle thermique-électrique, l'énergie thermique est produite à des fins de traitement puis récupérée pour la production électrique à l'étape finale du système. Le choix entre l'un ou l'autre cycle dépend du besoin relatif de l'électricité et de l'énergie thermique dans le processus de cogénération.

Malgré l'économie de combustible qu'elle peut engendrer, le pourcentage de l'énergie électrique provenant de la cogénération a diminué au cours du vingtième siècle. Aux États-Unis, la cogénération représentait en 1900 le tiers ou plus de la consommation électrique industrielle; elle est actuellement réduite à 5%. L'explication de ce phénomène est évidente: c'est une question d'économie. Avec des coûts de combustible relativement réduits, des taux de conversion constamment améliorés, des centrales de plus en plus puissantes et des groupes générateurs énormes et multiples, les services publics pouvaient fournir l'électricité industrielle à des coûts moindres que ceux que l'industrie aurait supportés dans la cogénération. L'industrie affrontait également la hausse tarifaire de l'électricité d'appoint fournie aux systèmes de cogénération, des coûts de cogénération plus élevés à cause des réglementations environnementales et des coûts d'immobilisations atteignant des niveaux critiques. Tandis que les services publics peuvent justifier la prolongation de la période d'amortissement de leur équipement, l'industrie recherche l'amortissement plus rapide des systèmes de cogénération. Malgré son économie de combustible, la cogénération s'avérait tout simplement perdante.

Eu regard à l'escalade actuelle du prix des combustibles, on peut s'attendre à un revirement de tendances. Néanmoins, les difficultés existent encore. Par exemple, les services publics augmentent souvent d'une façon exagérée les tarifs associés aux approvisionnements d'appoint sans pour autant augmenter les prix qu'ils offrent pour l'achat de l'excédent d'énergie produit par les systèmes de cogénération. Il s'agit là d'un point extrêmement important sous l'angle industriel, étant donné que les systèmes de cogénération réussissent rarement à répondre d'une façon intégrale aux besoins électriques et thermiques de leurs exploitants. Devant ces entraves, si cette technologie de conservation énergétique regagne du terrain dans le secteur industriel, ce sera à un rythme plutôt modeste.

Rapport électricité/chaleur

Figure 6-11 Système hypothétique de cogénération avec excédent de capacité de production électrique



Le schéma ci-dessus illustre un cas où le rapport électricité/chaleur dans le système de cogénération excède les besoins du processus d'exploitation. La ligne oblique qui monte de gauche à droite représente un système de cogénération à capacité croissante. Traduisant le rapport électricité/chaleur, la pente de la ligne caractérise le système en question et est normalement fonction de la température à laquelle la chaleur doit être cédée au processus d'exploitation.

Dans cet exemple, si le système de cogénération est réglé de manière à s'adapter aux besoins électriques du processus d'exploitation, la chaleur qu'il produit n'est pas suffisante et il faut installer une chaudière auxiliaire pour compenser le déficit. Par contre, si le système est réglé de manière à s'adapter aux besoins thermiques du processus d'exploitation, l'électricité qu'il produit dépasse les besoins de ce processus et l'excédent qui résulte doit être vendu à un service public.

Malgré l'évolution continue de la technologie, les facteurs actuels qui entravent la cogénération ne sont pas d'ordre technique. Les entraves économiques, jusqu'ici importantes, perdent de leur force devant l'accroissement des prix des combustibles classiques. Il s'ensuit que le principal obstacle à la cogénération industrielle est maintenant institutionnel et psychologique.

through co-generation. Industry was also facing rising costs for utility backup to co-generation schemes, increased co-generation costs because of new environmental regulations, and capital costs of co-generation plants rising to prohibitive levels. While utilities can justify an extended depreciation period for equipment, industry looks for a more rapid write-off on co-generating systems. Combined heat and power production, despite its fuel savings, simply did not pay.

Given today's rising fuel prices, one can expect a reversal in this trend. Nonetheless, difficulties remain. For example, utilities have often charged rather stiff rates for backup services while offering low prices for excess power produced in co-generating systems. This is an important point from the perspective of industry since only rarely can a co-generation plant precisely meet the site requirements for both electricity and heat. Such barriers may prevent this energy-conserving technology from re-establishing itself in the industrial sector at anything more than a modest pace.

The barriers to co-generation today are not technical, although the technology will continue to evolve, and previously important economic barriers are shrinking as the price of conventional fuel rises. The prime obstacle to industrial co-generation is now an institutional or attitudinal one.

CONCLUSION

Co-generation is an energy-conserving technology whose importance in the post-war period has diminished, largely for economic reasons. Utilities have not been interested in promoting co-generation because, until recently, there was little reason for them to be involved in such schemes. Low electrical rates for large users have also discouraged co-generation.

RECOMMENDATION

The Committee encourages Canadian utilities to look more favourably upon co-generation and to devise means for promoting the broader use of this technology, possibly through joint ownership of such systems with industrial partners.

C. ALTERNATIVE CYCLES FOR PRODUCING ELECTRICITY

New approaches to converting heat into electric power are under investigation as the pressure mounts to combat escalating fuel prices. Most of these technologies would be incorporated in combined-cycle systems and thus warrant brief consideration here.

The *steam turbine* cycle is the most highly developed system for power generation, with more than a half-century of work behind it. Pushing development further will result in much higher capital costs and reduced reliability because of system complexity, suggesting that a practical limit has been approached. Efficiencies of 40 to 45% have been achieved with extremely high boiler pressures (some 300 times atmospheric pressure) and temperatures (more than 600°C or about 1150°F), incorporating two stages of reheating in the boiler system. Unfortunately, such extreme conditions degrade system reliability and more conservative (and less efficient) designs usually prevail.

Gas turbines operating in a combined cycle can achieve efficiencies about equal to the best steam plants but coupling a gasifier to a combined-cycle turbine system might stretch the overall thermal efficiency to nearly 50%. This poses a problem, however, as the required operating temperature exceeds the capabilities of existing turbines.

Another technology — *magnetohydrodynamic (MHD) generation* — promises to raise the conversion efficiency above 50%. MHD produces electrical power directly in a generator without moving parts. Heated combusion gases (at a temperature of some 2600°C or about 4700°F) are seeded with a metallic compound and directed at high velocity through a powerful magnetic field. This generates a current in the partially ionized (electrically-conducting) gas which is removed by electrodes along the inside walls of the MHD generator. Given the high exhaust temperature of such a system, it will be used as a topping cycle in combined systems.

Although there are still problems to overcome, MHD technology has advanced to the stage of engineering development in the U.S.S.R. and the United States. Both countries are planning commercial powerplants using coal for fuel. The Soviet Union expects to bring a 250 MW gas-fired topping unit (coupled with a 250 MW bottoming unit) into operation in 1985 and coal-fired MHD units will be introduced in the 1990s. The United States is planning a 200 MW coal-fired MHD generator which may be operational by the end of the decade. A number of other countries are also showing interest in MHD generation but their programs are well behind those of the U.S.S.R. and the United States.

Other generating cycles are being studied which offer efficiencies equal in theory to that of MHD generation and which may prove to be less technically demanding. None of these, however, will see broad commercial application for some time.

La cogénération industrielle au Canada

Selon une étude récente, le potentiel canadien de cogénération industrielle dépasse 4,000 mégawatts, répartis par secteurs comme le montre le tableau 6-8.

Tableau 6-8: POTENTIEL DE LA COGÉNÉRATION INDUSTRIELLE AU CANADA

Secteur	Potentiel en mégawatts électriques
Pâtes et papier	1,613
Produits alimentaires et boissons	211
Fer et acier	149
Produits chimiques	593
Textile	26
Raffineries	880
Mines	134
Établissements spécialisés	196
Produits manufacturés	224
TOTAL POUR LE CANADA	4,026

Source: Canada, Énergie, Mines et Ressources, 1980a, p. 51.

Sur l'ensemble de ce potentiel, 1,100 à 1,400 MW sont déjà exploités, notamment dans l'industrie de la pâte à papier et pour la production de l'eau lourde et un potentiel additionnel de 1,400 MW est considéré économiquement exploitable (dans les conditions qui régnaient à l'époque de l'étude en 1977). Compte tenu de la capacité totale de production du Canada, plus de 77,000 mégawatts, les chances actuelles et futures d'utiliser les systèmes de cogénération sont modestes mais non négligeables.

Certaines compagnies dont Dow Chemical et Suncor exploitent déjà des systèmes de cogénération. La Nova Scotia Power Corporation dispose de deux systèmes fournissant la vapeur de traitement à des usines d'eau lourde. La New Brunswick Electric Power Commission possède un système fournissant l'énergie d'appoint à une usine de papier journal. La plupart des systèmes actuels de cogénération au Canada utilisent comme combustible le gaz naturel ou le mazout mais cette situation changera avec le temps. Parmi les autres combustibles utilisés actuellement, les plus importants sont le charbon, le coke de pétrole et les déchets forestiers (déchets de bois de l'industrie forestière.)

CONCLUSION

La cogénération est une technologie de conservation énergétique dont l'importance s'est réduite durant la période d'après-guerre pour des raisons économiques. Les services publics ne se sont pas intéressés à la cogénération parce qu'il n'avaient jusqu'ici aucune raison de le faire. Les tarifs réduits de l'électricité fournie aux grands consommateurs ont également découragé la cogénération.

RECOMMANDATION

Le Comité encourage les services publics canadiens à examiner d'un œil plus favorable la cogénération et à trouver les moyens de promouvoir l'application de cette technologie en envisageant, par exemple, la construction de systèmes en copropriété avec les établissements industriels.

C. AUTRES SYSTÈMES DE PRODUCTION DE L'ÉLECTRICITÉ

On envisage actuellement de nouvelles technologies de conversion de la chaleur en énergie électrique et cette tendance s'accentue pour lutter contre l'escalade du prix des combustibles. La plupart de ces technologies concernent les systèmes à cycle combiné que nous essayerons d'examiner brièvement ci-après.

La turbine à vapeur est le système le plus développé en matière de production électrique; il est à l'étude depuis plus d'un demi-siècle. Étant donné la complexité de ce système, on estime qu'en poussant plus loin son développement on risque d'augmenter ses coûts d'investissements et, partant, de réduire sa rentabilité, ce qui fait que la tendance actuelle est à l'adoption d'une limite pratique. Avec un système de chaudière sous des pressions extrêmement fortes (250 fois environ la pression atmosphérique), des températures élevées (autour de 600° C ou 1,110° F) et deux étapes de surchauffe, on arrive à une efficacité de 40 à 45%. Malheureusement, des conditions aussi extrêmes réduisent la fiabilité du système et l'on préfère habituellement des conceptions plus conservatrices (et moins efficaces).

Les turbines à gaz fonctionnant dans un cycle combiné peuvent arriver à être pratiquement aussi efficaces que les meilleures turbines à vapeur. En connectant un gazéificateur à une turbine à cycle combiné, on peut pousser jusqu'à 50% le rendement thermique global, mais le problème est que la température de fonctionnement dépasse la capacité des turbines existantes.

CONCLUSION

Individual utilities can best identify the opportunities for incorporating advanced energy conversion cycles in their systems as the technology becomes available. It should be sufficient for the Government of Canada to monitor developments in this technical area.

2. LOW-HEAD AND SMALL-SCALE HYDRO-ELECTRIC GENERATION

Through a blend of old and new technologies, low-head and small-scale hydro-electric generation offer some potential for increasing electrical generating capacity in Canada. This can be done by renovating or retrofitting existing facilities and by installing modern, small-scale equipment at locations where the stream flow and gradient are not adequate for conventional (large-scale) hydro-electric development.

Current estimates suggest that some 122,000 MW of conventional hydro-electric capacity is technically and economically developable in Canada and that of this amount approximately 44,000 MW has already been harnessed. Of the remainder, 15,000 MW is under construction, leaving some 63,000 MW for future exploitation. Most of this undeveloped potential will eventually be harnessed by conventional large-scale projects. Nevertheless, there are numerous opportunities for low-head, small-scale, mini-hydro and micro-hydro projects, particularly in remote communities not served by an electrical grid but where an appropriate hydro site could be used to replace diesel-electric generation.

Defining Small Hydro-electric Development

Generally speaking, an installation with a capacity below 100 kW is called a *micro-hydro* project; one between 100 and 1,000 kW is known as a *mini-hydro* project; and one whose installed capacity ranges between 1,000 and 15,000 kW is called a *small-scale* hydro development.

Hydro head is the difference in height between water levels immediately upstream and downstream of a turbine.

In the southern and more populous parts of Canada, the competition for water resources may limit the small-scale hydro potential. For instance, water demand for irrigation, for recreation and for maintaining natural stream flows conflicts with storing water for power generation. In addition, many abandoned reservoirs have deteriorated beyond the point where it is economically feasible to renovate them.

When choosing a site for small-scale hydro development, a number of considerations must be taken into account. For example, the hydro head determines the water pressure available to drive the turbines and helps determine the unit cost of electricity produced. The size of reservoirs, the rate at which they are replenished and the cost of their construction also influence the cost of the electrical output. The environmental impact of reservoir flooding must be evaluated before development and efforts made to ensure that construction does not adversely affect water quality and wildlife. Economics will favour the isolated community where it would cost more to link it to an existing grid than to develop a local, small-scale hydro site. The Committee visited one such site near Hay River in the Northwest Territories.

The Federal Government and many provinces have expressed interest in low-head and small-scale hydro developments and surveys of likely sites have taken place in the Maritimes, Quebec, Saskatchewan and British Columbia. Initiatives that have gone beyond the study and planning stages are currently underway in Newfoundland, Nova Scotia and Ontario.

Newfoundland signed an agreement with the Federal Government in September 1978 to construct a 400 kW mini-hydro demonstration project near Roddickton, a small community about 75 km south of St. Anthony on the Island's Great Northern Peninsula. The project commenced operation in the fall of 1980, some six months ahead of its completion date of 1 March 1981, and an appraisal of its practicality and benefits are now underway. This appraisal will attempt to identify opportunities for simplified construction, installation, control, operation and maintenance of equipment suitable for small-scale hydro development in isolated communities across Canada. Efforts will also be made to establish standard techniques for simplifying site selection. A design manual will be prepared for use by any provincial government interested in constructing a similar facility. The $1,200,000 cost of the demonstration (of which the Federal Government agreed to pay 90%) emphasizes the comparatively high cost ($3,000 per kilowatt) of small-scale projects, although their economics will improve as the price of oil continues to rise.

In Nova Scotia there are undeveloped hydro sites in the 50,000 to 100,000 kW range where large volumes of water flow with relatively low heads. To date, it has not been feasible either technically or economically to develop them. As discussed in the section entitled Tidal Energy, a 20 MW demonstration project is under construction near Annapolis Royal to test a large straight-flow (Straflo) turbogenerator with potential tidal and low-head river applications. Unlike conventional units, the turbine and generator are integrated, with rotors attached to the tips of the turbine blades. If the demonstration is successful, low-head waterways across Canada may become exploitable for energy.

Une autre technologie—*la magnétohydrodynamique (MHD)*—promet de pousser le taux de conversion au-delà de 50%. La MHD produit directement l'électricité dans un générateur sans éléments mobiles. Des gaz de combustion extrêmement chauds (à 2,600° C ou 4,400° F) sont semés de particules métalliques puis poussés à une grande vitesse dans un puissant champ magnétique. De cette façon, un courant est produit dans le gaz partiellement ionisé (conducteur d'électricité) et capté par des électrodes situées sur les parois internes du générateur MHD. Étant donné sa haute température, l'effluent de ce système sera utilisé dans un cycle de cogénération électrique-thermique.

Malgré les problèmes qui restent à résoudre, cette technologie a atteint le stade de l'élaboration technique en U.R.S.S. et aux États-Unis. Les deux pays envisagent de construire à échelle commerciale des centrales utilisant le charbon comme combustible. L'Union Soviétique s'attend à mettre en exploitation en 1985 un cycle de production combinée électrique-thermique de 250 MW fonctionnant au gaz (avec un cycle thermique-électrique de 25 MW), quitte à réaliser dans les années quatre-vingt-dix des générateurs MHD au charbon. Les États-Unis construisent un générateur MHD de 200 MW au charbon qui serait mis en exploitation vers la fin de la décennie. Un certain nombre d'autres pays poursuivent avec intérêt l'utilisation de la MHD mais leurs programmes sont encore très loin derrière ceux de l'U.R.S.S. et des É.-U.

On étudie actuellement un certain nombre d'autres cycles qui réalisent des taux de rendement théoriquement équivalents à celui de la MHD et qui sont techniquement moins complexes, mais aucun de ces cycles n'atteindra le stade de l'exploitation commerciale dans un proche avenir.

CONCLUSION

Les services publics sont mieux placés pour identifier les possibilités d'intégration des systèmes de conversion énergétique au fur et à mesure des progrès de la technique. Le gouvernement du Canada devrait se borner à suivre de près l'évolution de cette technique.

2. LES CENTRALES HYDRO-ÉLECTRIQUES À FAIBLE HAUTEUR DE CHUTE ET À ÉCHELLE RÉDUITE.

Dans un mélange d'anciennes et nouvelles technologies, les centrales hydro-électriques à faible hauteur de chute et à échelle réduite offrent des possibilités d'augmenter la production électrique du Canada. Parmi ces possibilités, les plus importantes incluent la rénovation et l'amélioration des aménagements existants et l'installation d'un équipement moderne et à échelle réduite dans des cours d'eau dont le gradient hydraulique et le débit ne se prêtent pas aux aménagements hydro-électriques classiques (de grande envergure).

Les estimations actuelles indiquent qu'une capacité hydro-électrique classique de 122,000 MW est techniquement et économiquement réalisable au Canada et que sur ce montant, 44,000 MW environ sont déjà exploités, 15,000 MW relèvent de centrales en cours de construction et 60,000 MW sont associés aux aménagements futurs. La plus grande partie de la capacité non encore exploitée le sera probablement moyennant des projets de grande envergure et selon les techniques classiques. Néanmoins, il aurait lieu d'envisager l'aménagement, sur les échelles réduites, de mini-centrales et micro-centrales hydro-électriques à faible hauteur de chute en particulier dans les agglomérations éloignées qui ne sont pas desservies par un réseau électrique et où un site hydro-électrique approprié pourrait se substituer à la production électrique à partir du carburant diesel.

Définition d'un aménagement hydro-électrique de faible envergure

D'une manière générale, on donne le nom de *micro-centrale* au projet hydro-électrique d'une capacité inférieure à 100 kW et de *mini-centrale*, au projet dont la capacité se situe entre 100 et 1,000 kW. Le projet dont la capacité installée varie entre 1,000 et 15,000 kW porte le nom de centrale à échelle réduite.

La hauteur de chute est la différence de niveau entre deux points amont et aval de la surface libre d'un écoulement intercepté par une turbine.

Dans les régions plus populeuses du sud du Canada, la concurrence à l'égard des ressources hydrauliques peut limiter l'utilisation potentielle des centrales hydro-électriques à faible hauteur de chute. La demande de l'eau pour l'irrigation, l'usage récréatif et le maintien du débit naturel des rivières constituent une entrave aux projets de retenue de l'eau pour la production électrique. En outre, bien des barrages réservoirs abandonnés sont détériorés au point que leur restauration n'est plus économiquement faisable.

Le choix de l'emplacement d'une centrale électrique à échelle réduite suppose l'étude préalable d'un certain nombre de facteurs. Par exemple, la hauteur de chute indique la pression de l'eau dont on dispose pour actionner les turbines et aide à déterminer le coût unitaire de l'électricité produite. La dimension des réser-

In the Province of Ontario, Ontario Hydro has taken a somewhat different approach to small-scale hydro power, emphasizing micro and mini "packaged plants". These can be transported to isolated communities and the design is simple enough that they can be assembled locally with a minimum of outside help. A Port Colborne company recently introduced two sizes of hydro-electric systems, known as "tin can powerhouses", which have been designed to operate with a head of eight metres (25 feet) or less. This represents a considerable advance over conventional equipment which requires a minimum head of some 16 metres (50 feet) to function efficiently. The smaller of the two, called the micro-hydel (hydro-electric) unit, can generate between 15 and 50 kilowatts of power depending upon the site. It includes a turbine, a generator, a gear box, a governor and control circuitry. The larger unit, the mini-hydel station, can generate between 100 and 1,000 kilowatts. Both units have been designed with ruggedness, reliability, transportability and ease of maintenance in mind.

To test the mini-hydel unit, a prototype has been installed by Ontario Hydro on a small dam at Wadsell Falls on the Severn River in southern Ontario. This plant is an ungoverned unit with a maximum capacity of 145 kW. Its output is fed directly into the southern Ontario grid. The use of a siphon penstock to draw water over the top of the pre-existing dam and direct it onto the runner of the unit reduced the cost of the installation. The Wadsell Falls project will establish the economics of installing a small-scale powerhouse in a built-up area. It will also help establish the potential of the mini-hydel power station for use in isolated communities and indicate whether or not it can compete for sales in international markets.

The mini-hydel unit has control and safety features which make it particularly attractive and a number of countries have expressed interest in the technology. Although testing continues, the Port Colborne company considers the program far enough advanced to accept orders for generating units of up to 750 kilowatt output.

CONCLUSION

Continued increases in the prices of fossil fuels are making small-scale and low-head hydro look increasingly attractive. There are clear economic advantages in installing small-scale units in isolated communities which rely on diesel-electric generation and which have little likelihood of integration into an electrical network for a number of years. Since these same conditions prevail in many developing countries, the technology offers considerable export potential.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that financial assistance be extended to isolated communities which rely upon diesel-generated electricity to enable them to install small hydro units where an appropriate site exists. The Committee further recommends that this technology be vigorously promoted for its export potential.

voirs, leur débit et le coût de leur construction influent également sur le coût de la production électrique. Les incidences environnementales du débordement des réservoirs doivent être évaluées avant la construction et l'on doit s'assurer que l'aménagement ne porte pas préjudice à la qualité de l'eau et à la faune. Les critères économiques doivent favoriser les communautés isolées où il serait plus coûteux de construire une ligne de raccordement à un réseau existant que d'aménager une centrale électrique locale à échelle réduite. Le Comité a visité un emplacement possible près de Hay River, dans les territoires du Nord-Ouest.

De concert avec le gouvernement fédéral, plusieurs provinces ont témoigné de l'intérêt pour les aménagements hydro-électriques à échelle réduite et faible hauteur de chute et la recherche des emplacements favorables à commencé dans les Maritimes, au Québec, en Saskatchewan et en Colombie-Britannique. Les projets qui ont dépassé les stades de conception et de planification se situent en Terre-Neuve, en Nouvelle-Écosse et dans l'Ontario.

En septembre 1978, Terre-Neuve a passé un accord avec le gouvernement fédéral pour la construction d'une mini-centrale expérimentale de 400 kW près de Roddickton, une petite communauté à 75 km environ au sud de St. Anthony sur le littoral Est de l'Île. L'exploitation de l'installation a commencé à l'automne de 1980, six mois avant le 1er mars, date prévue pour son achèvement, et l'évaluation de son caractère pratique et de sa rentabilité est actuellement en cours. Cette évaluation tentera d'identifier les moyens de simplifier la construction, l'installation, le contrôle, l'exploitation et l'entretien, moyens souhaitables pour les centrales à échelle réduite construites dans les communautés canadiennes isolées. On prévoit également l'élaboration de techniques normalisées permettant de simplifier le choix des emplacements. Ces travaux aboutiront à l'élaboration d'un manuel de conception utilisable par tout gouvernement provincial intéressé par la construction d'une centrale analogue. Le coût de $1,200,000 imputé au projet expérimental (coût dont 90% sont payés par le gouvernement fédéral) tend à souligner le coût relativement élevé (3,000 dollars du kilowatt) des centrales à échelle réduite mais ces dernières seront plus rentables à mesure que le prix du pétrole continuera à augmenter.

Il existe en Nouvelle-Écosse des emplacements non aménagés, dont la capacité varie entre 50,000 et 100,000 kW et où le débit est considérable et les hauteurs de chute relativement réduites. Jusqu'ici, leur aménagement a été considéré comme insuffisamment rentable pour des raisons techniques et économiques. Comme nous l'avons indiqué dans la section sur l'énergie marémotrice, une centrale expérimentale de 20 kW est en voie de construction près d'Annapolis Royal pour mettre à l'essai une turbo-génératrice modifiée à écoulement direct (Straflo) en vue de son utilisation dans l'exploitation des marées et dans les cours d'eau à faible hauteur de chute. Contrairement aux groupes classiques, la turbine et la génératrice sont intégrées, avec des rotors attachés aux têtes des aubes de la turbine. Si le projet expérimental réussit les cours d'eau à faible hauteur de chute dans les diverses régions du Canada pourront devenir exploitables.

En ce qui concerne les centrales hydro-électriques à échelle réduite, dans l'Ontario, la voie suivie par l'Ontario Hydro est légèrement différente, étant donné qu'elle est axée sur les micros ou mini-centrales transportables. Ces centrales peuvent être transportées jusque dans les communautés isolées et leur conception est suffisamment simple pour qu'elles puissent être installées par la population locale avec un minimum d'aide extérieure. Une entreprise de Port Colborne a présenté récemment des groupes hydro-électriques connus dans le jargon de l'industrie sous le nom de «centrales à bidon» et conçus pour fonctionner avec une hauteur de chute ne dépassant pas 8 mètres (25 pieds), ce qui représente un atout considérable par rapport aux groupes classiques dont le fonctionnement efficace nécessite une hauteur de chute minimale de 16 mètres (50 pieds). Le plus petit des deux groupes, appelé «microhydel» peut produire entre 15 et 50 kilowatts, selon le lieu d'installation. Il comporte une turbine, un générateur, un bloc d'engrenage, un dispositif de commande et de contrôle. Le groupe plus grand, le «mini-hydel», peut produire entre 100 et 1,000 kilowatts. Les deux groupes ont été conçus avec le souci de la solidité, la fiabilité, la facilité de transport et la facilité d'entretien.

Pour essayer le mini-hydel, un prototype a été installé par Hydro Ontario sur un petit barrage, à Wadsell Falls sur la rivière Severn dans le sud de l'Ontario. Le prototype est une centrale sans dispositif de réglage qui fonctionne à une capacité de 145 kW. Le courant qu'elle produit est transmis directement au réseau de distribution existant. L'emploi d'une conduite forcée à siphon grâce à laquelle l'eau est entraînée par-dessus le sommet du barrage préexistant puis dirigée vers la roue mobile de la mini-hydel, réduit les coûts de l'installation. Le projet de Wadsell Falls précisera le degré de rentabilité de l'exploitation des centrales à échelle réduite dans les zones construites. Il précisera également les perspectives d'avenir de la centrale mini-hydel dans les communautés isolées et les chances de sa vente sur les marchés internationaux.

La mini-hydel est pourvue de moyens de commande et de sécurité qui la rendent particulièrement avantageuse et un certain nombre de pays ont manifesté de l'intérêt pour cette technique. Bien que les essais se poursuivent, la société de Port Colborne juge le programme assez bien avancé pour accepter des

commandes portant sur des centrales qui, pouvant produire jusqu'à 750 kilowatts.

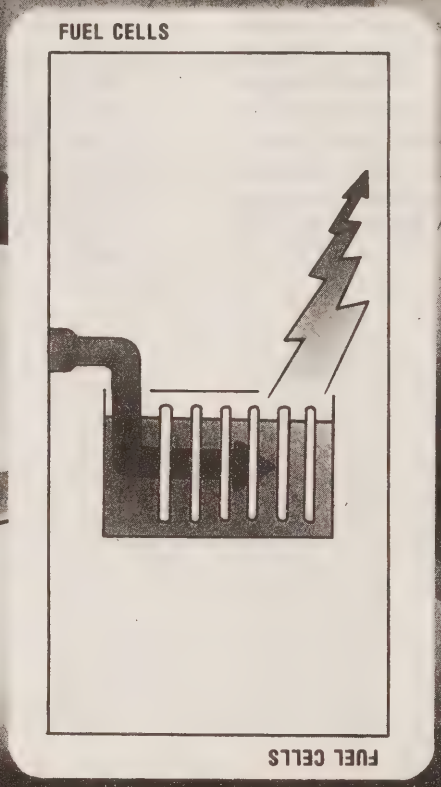
CONCLUSION

Les augmentations incessantes des prix des carburants fossiles rendent les petites centrales hydro-électriques à faible hauteur de chute de plus en plus intéressantes. L'installation de petites centrales dans les communautés isolées qui comptent sur les génératrices diesel et ont peu de chance d'être intégrées à un réseau de distribution avant plusieurs années présente des avantages économiques évidents. Du fait que de nombreux pays en développement soit dans ce cas, cette technologie offre des possibilités d'exportation considérables.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande le financement des communautés isolées qui comptent sur les génératrices diesel pour leurs besoins d'électricité, afin de leur permettre d'installer des centrales hydro-électriques à échelle réduite si elles disposent de l'emplacement convenable. Il recommande en outre vivement le développement de cette technologie à des fins d'exportation.

Fuel Cells



1. FUEL CELL TECHNOLOGY

A fuel cell works like a dry cell or car battery in that chemical energy is converted directly into electrical energy with no intermediate combustion step. Unlike batteries, however, which undergo a chemical change in releasing stored energy, fuel cells convert the chemical energy of a fuel supplied from outside the cell into electricity and undergo no material change. A fuel cell can produce electricity with a greater efficiency than that achieved in conventional thermal generation because fewer energy conversions are involved and there is little waste heat produced. Figure 6-12 displays the one-step conversion to electricity in a fuel cell, contrasted with the three conversion steps required in diesel-electric generation.

At the present state of development, a fuel cell is approximately 40 to 45% efficient in converting chemical energy to electricity. This compares with a typical efficiency of about 35% achieved in modern central power stations. In applications where the heat released by a fuel cell can be recovered, as in home heating, the efficiency of a fuel cell energy conversion system can approach 100%. Fuel cells developed for transportation use will not be readily able to reclaim this heat.

The fuel cell was invented by Sir William Grove in 1839 but was not developed until required for non-polluting, on-board power generation in the Gemini and Apollo spacecraft. These first cells were small and costly but the technology has come a long way since then and Consolidated Edison recently installed an experimental 4.8 MW fuel-cell-powered electrical generating plant in Manhattan.

A variety of reactants can be used to power a fuel cell, but typically the power generating reaction involves the combination of hydrogen and oxygen to produce

Piles à combustible



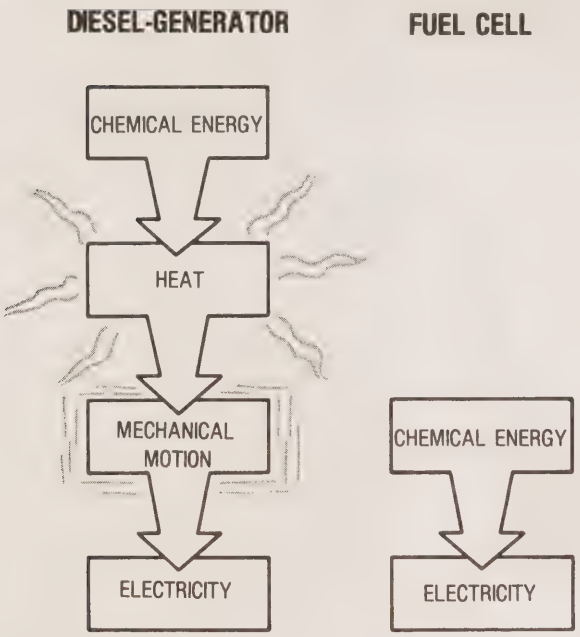
1. TECHNOLOGIE DE LA PILE À COMBUSTIBLE

Une pile à combustible est un dispositif qui fonctionne comme une pile sèche ou une batterie de voiture et qui convertit l'énergie chimique d'un combustible en énergie électrique et ce, directement et sans cycle de combustion intermédiaire. Cependant, contrairement aux batteries qui subissent des modifications chimiques en libérant l'énergie accumulée, les piles à combustible convertissent en électricité, sans subir aucun changement matériel, l'énergie chimique d'un combustible provenant de l'extérieur de la cellule. Une pile à combustible peut donc produire l'électricité d'une manière plus efficace que ne le permettent les processus de génération thermique car les conversions de l'énergie sont moins nombreuses et la chaleur perdue moins importante. La figure 6-12 présente la conversion en électricité qui se fait dans la pile à combustible en une seule étape alors que la production d'électricité par un moteur diesel implique trois étapes.

Dans l'état actuel de la technique, une pile à combustible convertit l'énergie chimique en électricité avec un rendement approximatif de 40 à 45 %, contre environ 35 % dans le cas des centrales énergétiques modernes. Dans les cas où la chaleur produite par une pile à combustible peut être récupérée, comme dans le chauffage domestique, le rendement d'un système de transformation d'énergie basé sur la pile à combustible peut être proche de 100 %. Les piles à combustibles destinées aux moyens de transport ne pourront pas de si tôt récupérer autant de chaleur.

Inventée par Sir William Grove en 1839, la pile à combustible n'a été développée que lorsqu'on décida de l'utiliser comme génératrice de courant sans risque

Figure 6-12: COMPARISON OF ENERGY CONVERSION PROCESSES IN A FUEL CELL AND IN A DIESEL GENERATOR



Source: Crowe, 1973, p. 3.

water. Fuel cells of the *direct* type utilize pure H_2 and O_2 which have been produced independently whereas cells of the *indirect* type are combined with a hydrogen-generating unit which can produce hydrogen from a wide variety of fuels.

2. ADVANTAGES AND DIFFICULTIES IN USING FUEL CELLS

In addition to the high efficiency and hence energy-conserving character of fuel cells there are other features which make them attractive as well. Being very clean in operation, they represent an environmentally appealing means of generating power and can be used in urban settings with little worry about emissions. In fact, the only emissions from fuel cell operation other than air and water are from the operation of the fuel processor which is used to generate hydrogen.

Another attractive characteristic of fuel cells is that they are modular in form and can be assembled in one location and then shipped to the place of installation with no costly on-site building required. This feature also means that they can be added to or subtracted from existing installations as power requirements change. Used in urban settings for electrical generation, fuel cells reduce the costs of acquiring land and building transmission lines and can consequently conserve energy by

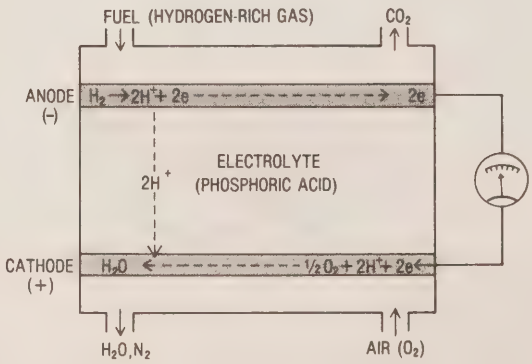
The Principle of Fuel Cell Operation

The most common fuel cell is the phosphoric acid type and it serves to illustrate the basic operating principle of these devices. It consists of two electrodes which sandwich between them a layer of phosphoric acid. The phosphoric acid is called an electrolyte, the word used to describe a non-metallic electric conductor in which current is carried by the movement of ions instead of electrons. (There are other types of fuel cells which make use of different electrolytes, but they are 5 to 10 years behind in development.)

A hydrogen-rich gas passes over the negative electrode and the positive electrode is exposed to an oxygen-rich gas. The hydrogen gas is split into hydrogen ions (positively-charged hydrogen atoms) and electrons at one electrode with the help of a catalyst, usually a noble element such as platinum. The hydrogen ions pass through the electrolyte towards the oxygen and the electrons flow through an external circuit towards the oxygen where they chemically react to form water. The movement of the electrons through the external circuit creates a direct or DC electrical current (Figure 6-13). This process of converting chemical energy into electricity is termed an electrochemical reaction.

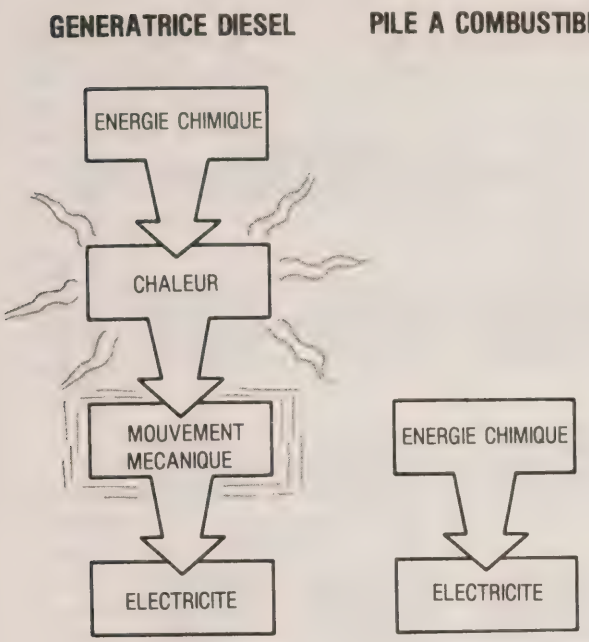
The level of current depends upon the rate of the water-forming reaction and upon the surface area of the electrodes where the reactions take place. To increase voltage to utilizable levels, individual cells are assembled into stacks and by connecting stacks in series or parallel, the amount of power which can be generated is further increased.

Figure 6-13: SCHEMATIC REPRESENTATION OF A FUEL CELL



Source: After Fickett, 1978, p. 72.

Figure 6-12: COMPARAISON DES PROCESSUS DE CONVERSION ÉNERGÉTIQUE DANS UNE PILE À COMBUSTIBLE ET DANS UNE GÉNÉRATRICE DIESEL



Source: Crowe, 1973, p. 3.

de pollution à bord des vaisseaux spatiaux Gemini et Apollo. Ces premières piles étaient petites et coûteuses mais la technologie a fait du chemin depuis, et Consolidated Edison a récemment installé à Manhattan une centrale électrique de 4.8 MW à pile à combustible.

La nature des substances de réaction n'est pas limitée, mais la réaction typique dans une pile à combustible implique la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène pour former de l'eau. Les piles à combustible du type direct utilisent de l'hydrogène et de l'oxygène purs qui ont été produits indépendamment alors que les piles du type indirect utilisent un dispositif de génération d'hydrogène pour produire l'hydrogène à partir d'une grande variété de combustibles liquides.

2. AVANTAGES ET DIFFICULTÉS DE L'UTILISATION DES PILES À COMBUSTIBLE

En plus de leur rendement élevé et, partant, de leur contribution à la conservation de l'énergie, les piles à combustible offrent d'autres avantages. Elles sont propres, ce qui constitue un atout environnemental dans la production de l'électricité et signifie qu'elles peuvent être exploitées dans des milieux urbains sans créer des problèmes d'effluents. En fait, les seuls effluents, autres que l'air et l'eau suite au fonctionnement des piles à

Principe du fonctionnement d'une pile à combustible

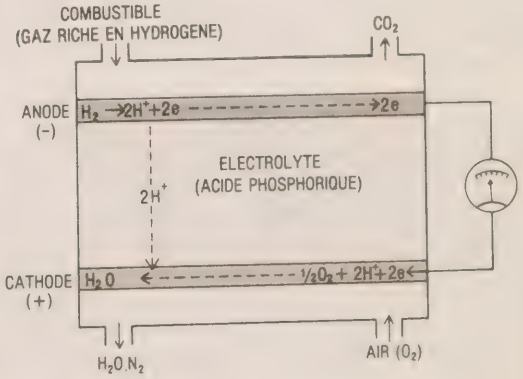
La pile à combustible type est la pile à acide phosphorique qui sert à illustrer les principes fondamentaux du système.

Elle comporte deux électrodes séparées par une couche d'acide phosphorique. L'acide phosphorique est appelé un électrolyte, ce mot servant à désigner un conducteur électrique non métallique dans lequel le passage du courant est assuré par le déplacement des ions et pas des électrons. (Il existe d'autres types de piles à combustible qui utilisent des électrolytes différents mais ils ne seront développés que dans 5 ou 10 ans).

Un gaz riche en hydrogène passe sur une électrode tandis que l'autre électrode est exposée à un gaz riche en oxygène. Avec l'aide d'un catalyseur, généralement un métal noble comme le platine, l'hydrogène se désintègre en ions et électrons d'hydrogène dans une électrode. Les ions d'hydrogène passent à travers l'électrolyte vers l'oxygène et les électrons passent à travers un circuit externe vers l'oxygène où ils réagissent chimiquement pour former de l'eau. Le mouvement des électrons dans le circuit externe crée un courant électrique continu (figure 6-13). Ce processus de conversion de l'énergie chimique en électricité s'appelle une réaction électro-chimique.

Le niveau du courant dépend du taux de la réaction génératrice d'eau et de la surface des électrodes où les réactions se produisent. Pour augmenter la tension jusqu'à des niveaux utilisables, les piles sont assemblées en batteries et en reliant les batteries en série ou en parallèle on peut augmenter la quantité de courant produit.

Figure 6-13: SCHÉMA D'UNE PILE À COMBUSTIBLE



Source: D'après Fickett, 1978, p. 72.

eliminating the losses which are inherent in electrical transmission. Finally, having no moving parts, fuel cells are virtually noiseless in operation making them attractive for use in the transportation sector, particularly in urban areas.

Despite these advantages, however, the cost of this technology must be further reduced to make it competitive. The development of less expensive electrodes with a longer operating life is a major factor in reducing fuel cell costs. Emissions associated with fuel processing are unlikely to cause environmental concern because sulphur removal equipment must be a subsystem of any fuel processor supplying hydrogen to a cell. Precautions would of course always have to be taken with the various acidic or alkaline electrolytes which can be used in fuel cells.

Fossil fuels (in particular natural gas, light petroleum fractions or liquefied petroleum gases) are very adaptable for use with fuel cells, but they must all be converted into a hydrogen-rich gas to feed the cell. This could limit the use of fuel cells which operate on fossil fuels because the processing equipment required for utility-sized installations would be costly. Synthetic fuels such as hydrogen, methanol or synthesis gas would be particularly attractive for smaller-scale fuel cell applications.

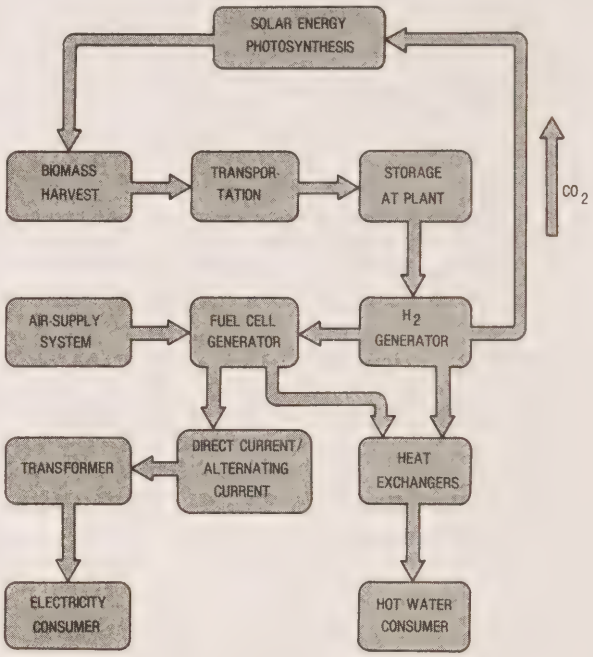
One attractive option for fuel cells used in vehicles is to run them on methanol, which the Committee recommends developing in Canada as an alternative liquid transportation fuel. Methanol can be converted to hydrogen easily and storing H_2 in this form overcomes some of the problems encountered in designing on-vehicle, hydrogen-carrying systems.

3. INTERNATIONAL AND CANADIAN DEVELOPMENT

Numerous programs are established in the United States to study fuel cell design, operation and application but research seems aimed primarily at developing a technology which can be used for utility-size electrical power production. Some experiments for motor vehicle and space research application are being done as well, but these are limited.

Sweden has no natural gas or oil so its interest is directed primarily at developing fuel cells which can utilize hydrogen derived from biomass or peat feedstocks. The Swedes believe that fuel cells offer an attractive alternative energy technology in their country because the high reactivity of biomass in pyrolysis/gasification processes (see section on Biomass) permits easy generation of a hydrogen-rich gas which can run the cells. Moreover, the modular character of fuel cells makes them adaptable to a widely-dispersed resource base like biomass. Figure 6-14 schematically represents a fuel cell electrical generating system employing biomass (including peat) as a feedstock.

Figure 6-14: A FUEL CELL ELECTRICAL GENERATING SYSTEM EMPLOYING BIOMASS AS A FEEDSTOCK



Source: Lindström *et al*, 1979, p. 1178.

CONCLUSION

The Committee recognizes that the high efficiency of fuel cells makes them attractive as an energy-conserving technology and that they hold the potential for allowing an increased use of Canada's biomass and peat resources.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that research on fuel cells be funded as part of a commitment to developing a hydrogen economy for Canada. In particular, the development of fuel cells for the transportation sector should be given high priority as their use promises to substitute for transportation fuels, to reduce vehicle exhaust emissions and to develop a market for hydrogen.

combustible viennent de la transformation du combustible lors de la production de l'hydrogène.

Les piles à combustible ont une forme modulaire; aussi, et c'est là un avantage important, elles peuvent être assemblées dans un endroit puis expédiées vers le lieu d'utilisation sans frais d'installation sur le terrain. Elles peuvent également être ajoutées à une installation déjà en place ou retirées. Utilisées pour la production de l'électricité dans un milieu urbain, les piles à combustible réduisent les coûts d'acquisition de terrain et de construction associés aux lignes de transmission et, en outre, contribuent ainsi à la conservation de l'énergie en éliminant les pertes de transmission électrique. Notons enfin qu'elles ne posent aucun problème de bruit, étant donné qu'elles ne comportent pas d'éléments mobiles; elles sont particulièrement intéressantes pour le secteur des transports, surtout en milieu urbain.

Malgré ces avantages, il reste à réduire encore davantage le coût de cette technologie pour la rendre compétitive. La mise au point d'électrodes plus économiques et plus durables y contribuera largement. Il est peu probable que les effluents associés au traitement du combustible puissent poser des problèmes de pollution car le matériel d'élimination du soufre doit constituer un sous-système dans chaque installation de traitement fournissant de l'hydrogène à une pile. Il est évident qu'on doit toujours prendre des précautions avec les divers électrolytes acides ou alcalins utilisables dans les piles à combustible.

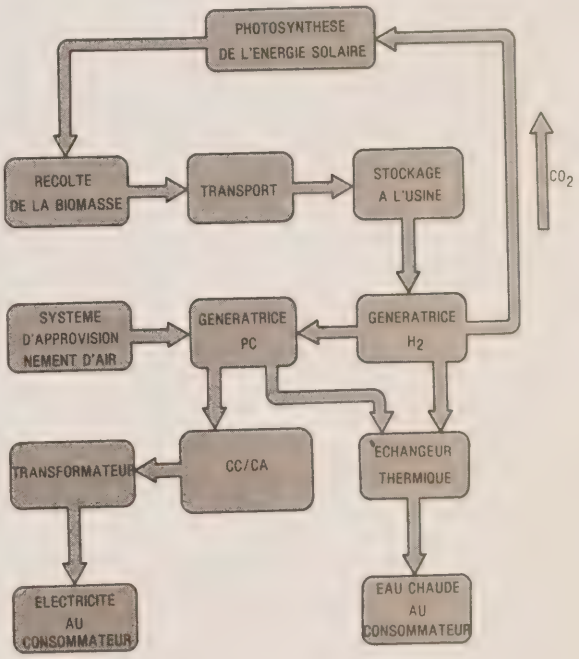
Les combustibles fossiles (en particulier, le gaz naturel, les fractions de pétrole léger ou les gaz de pétrole liquéfiés) sont peut-être plus adaptables aux piles à combustible, mais tous ces combustibles doivent d'abord être transformés en gaz riche en hydrogène avant leur injection dans la pile. Ce fait limite l'utilisation des piles à combustible alimentées de combustibles fossiles, car l'équipement de traitement des installations importantes des services publics est particulièrement coûteux. Les carburants synthétiques tels que l'hydrogène, le méthanol ou le gaz synthétique seraient avantageux pour l'exploitation des piles à combustible sur une petite échelle.

Une des possibilités intéressantes liées aux piles à combustible utilisées dans les voitures serait de les faire fonctionner au méthanol, cet alcool que le Comité propose de promouvoir au Canada comme carburant liquide de remplacement pour les transports. Le méthanol peut être aisément converti en hydrogène et en stockant l'hydrogène sous cette forme, on peut surmonter certains des problèmes d'emmagasinage de l'hydrogène rencontrés dans les véhicules.

3. DÉVELOPPEMENTS INTERNATIONAUX ET CANADIENS

Les États-Unis ont lancé des programmes de recherche sur la conception, le fonctionnement et l'exploitation des piles à combustible. Elles semblent axées en premier lieu sur le développement d'une technologie exploitable dans la production électrique à l'échelle des services publics, mais elles se penchent également sur les possibilités d'exploitation de cette technologie pour les véhicules automobiles et les vaisseaux spatiaux.

Figure 6-14: SCHÉMA D'UN SYSTÈME DE PRODUCTION ÉLECTRIQUE À BASE DE PILE À COMBUSTIBLE ALIMENTÉE DE BIOMASSE



Source: Lindström *et al.*, 1979, p. 1178

La Suède ne dispose pas de gisements de gaz naturel ou de pétrole, ce qui fait que ses recherches en matière de piles à combustible sont axées sur l'utilisation de la biomasse ou de la tourbe comme combustible d'alimentation. La Suède estime que les piles à combustible constituent pour elle une importante technologie en matière d'énergie de remplacement, étant donné que la forte réactivité de la biomasse dans les processus de pyrolyse/gazéification (voir la section sur la biomasse) permet facilement la production d'un gaz riche en hydrogène pour l'alimentation de la pile. En outre, le

caractère modulaire des piles à combustible les rend adaptables à la forte dispersion géographique de ressources telles que la biomasse. La figure 6-14 représente schématiquement une génératrice à pile à combustible alimentée de biomasse (dont la tourbe).

CONCLUSION

Le Comité reconnaît que le rendement élevé des piles à combustible fait de cette technologie une formule de conservation énergétique particulièrement prometteuse et que les piles à combustible offrent également la chance d'augmenter le taux d'exploitation de la biomasse et de la tourbe au Canada.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande que le financement de la recherche sur les piles à combustible soit entrepris dans le cadre de l'engagement visant le développement au Canada d'une économie fondée sur l'hydrogène. En particulier, le développement des piles à combustible pour le secteur des transports devrait bénéficier d'une haute priorité car l'utilisation de ces piles permettrait de remplacer les carburants, de réduire les émissions nocives des véhicules et de créer un marché pour l'hydrogène.

Fusion Energy



1. THE NATURE OF FUSION ENERGY

The stars, our sun included, are powered by nuclear fusion. In these gargantuan reactors, hydrogen is the fuel and helium is the ash. Once the physical processes operating in the deep interior of stars were comprehended by scientists, speculation began on whether controlled fusion could be achieved in the laboratory. If it could, the prospect of an essentially inexhaustible source of energy lay before society.

Two contrasting nuclear processes — fission and fusion — are accompanied by the release of energy. In the *fission* process, heavy elements such as uranium are split apart. The resulting fragments have a combined mass slightly less than that of the original system, and the missing matter appears as energy. In the *fusion* reaction, the nuclei of light elements such as hydrogen combine (fuse) to form a heavier element. Again the conversion results in a mass decrease which appears as energy. To date, only the fission reaction has been harnessed to meet man's commercial energy requirements.

Fusion can be accomplished only under extreme conditions because of the strong repulsive forces between positively charged nuclei. In the fusion reactors of man, temperatures well in excess of those thought to exist in the interior of the sun will be required. Thus the central problem in fusion research is how to establish and contain a reaction proceeding at a temperature of 100 million degrees Celsius. Solving the containment problem has been so difficult that some scientists, in the 1960s particularly, questioned whether the effort would ever succeed. Today, however, a strong sense of optimism pervades fusion research as a result of major advances made during the last decade.

Fusion



1. LA NATURE DE L'ÉNERGIE DE LA FUSION

Les étoiles, y compris notre soleil, sont alimentées par la fusion nucléaire. Dans ces gigantesques réacteurs, l'hydrogène est le combustible et l'hélium est le produit de combustion. Après avoir compris le processus physique qui se déroule au cœur des étoiles, les savants ont commencé à se demander si la fusion contrôlée était réalisable en laboratoire. Si elle l'est, l'humanité pourrait disposer d'une source d'énergie pratiquement inépuisable.

La fission et la fusion, deux réactions nucléaires opposées, s'accompagnent d'un dégagement d'énergie. Dans le cas de la *fission*, il y a rupture de noyaux lourds comme ceux de l'uranium. Les fragments résultant de cette rupture ont une masse combinée légèrement inférieure à celle de l'élément d'origine, la disparition de matière correspond à la conversion en énergie. Dans le cas de la *fusion*, les noyaux d'éléments légers comme l'hydrogène se combinent pour former un noyau plus lourd. Ici aussi, la conversion se traduit par une diminution de masse qui apparaît sous forme d'énergie. Jusqu'à présent, seule la réaction de fission a été exploitée par l'homme pour satisfaire ses besoins d'énergie à l'échelle commerciale.

La fusion ne peut se faire que dans des conditions extrêmes en raison de la grande répulsion électrostatique opposant entre eux les noyaux à charge positive. Il faudra, dans les réacteurs de fusion construits par l'homme, des températures bien supérieures à celles que l'on suppose exister à l'intérieur du soleil. Le problème principal de la recherche sur la fusion consiste donc à établir et contrôler une réaction qui se produit à une température de 100 millions de degrés Celsius. La solution de ce problème s'est avérée si difficile que certains savants, notamment dans les années 1960, se sont demandés si on y parviendrait jamais. Aujourd'hui

At extremely high temperatures, atoms are completely ionized and the resulting mixture of bare nuclei and free electrons is termed a plasma. Most of the known universe, with minor exceptions like the Earth and other planets, is a plasma. For such a conglomeration of charged particles to sustain a fusion reaction, however, special requirements of temperature, density and confinement time must be met. Thus to create a "miniature star" in the laboratory, scientists must establish a unique environment.

Atoms and Isotopes and Other Such Things

Atoms are made up of three fundamental particles. Positively charged *protons* and uncharged *neutrons* comprise the atom's nucleus which is orbited by negatively charged *electrons*. Virtually all of the atom's mass is concentrated in the nucleus.

Atoms in their normal state possess equal numbers of protons and electrons and are therefore electrically neutral. When suitably excited, however, an atom can lose or gain electrons, thereby acquiring a net electrical charge. Charged atoms are called *ions* and radiation which is capable of stripping electrons from atoms is termed ionizing radiation. Ionizing radiation is not good for one's constitution (nor for one's descendents).

The number of protons in the nucleus determines the atomic species. An atom containing one proton is hydrogen. An atom with 8 protons invariably is oxygen, and one with 92 protons is uranium. Electrons determine the atom's chemical character.

Although the number of protons in an element is fixed, the number of neutrons is not. To take a simple example, hydrogen can exist in three forms with either zero, one or two neutrons in the nucleus. The first two variants, or *isotopes,* are called protium and deuterium. Tritium, the third variant, is unstable and reverts to helium over a number of years.

There exist in nature some elements that spontaneously decay, or disintegrate, into lighter ones, accompanied by a release of energy. Such elements are said to be *radioactive.* Man has added to naturally-occurring radioactivity in detonating nuclear devices and in operating fission reactors. Whether naturally occurring or man-made, radioactive elements decay at a fixed rate characteristic of the element in question. The *half-life* is the time during which one-half of a quantity of a given radioactive substance will spontaneously disintegrate, forming new atomic species. For example, given four units of tritium whose half-life is 12.3 years, two units of tritium (plus decay products) will remain after 12.3 years and one unit after 24.6 years.

Conditions for a Sustained Fusion Reaction

- The fusion fuel must be heated and maintained at a temperature near its ignition point — the temperature at which the reaction will proceed without further heat input.
- The plasma must be confined for a sufficient time to ensure that the energy (heat) from the reacting fuel is greater than or equal to the energy supplied to heat and confine the plasma.
- The plasma must have a sufficient density to ensure that the ions are close enough for the reaction to occur. (The density is defined as the number of ions per unit volume of plasma.) The minimum product of time and density to achieve the fusion condition can be expressed as a threshold requirement, called the Lawson Product after its formulator, physicist J.D. Lawson.

The fusion reaction for which the required conditions can most readily be met is that of two hydrogen isotopes, deuterium (D) and tritium (T), combining to form helium. Other possible reactions require even higher plasma temperatures than D-T fusion. Material confinement of the fusion plasma is, of course, out of the question — the reactor wall would be instantly vapourized by contact with the plasma and, at the same time, chilling of the fusion fuel would stop the reaction. There are nevertheless three known physical mechanisms for containing a high-temperature plasma: gravitational confinement, inertial confinement and magnetic confinement.

Gravitational confinement works marvelously well in the sun, so well in fact that a more difficult fusion reaction takes place at lower temperatures than face man in achieving D-T fusion. Since the Earth's gravitational field is trifling by comparison, however, this is not a relevant research approach.

In inertial confinement, the temperature and density of a plasma fuel droplet are raised so rapidly that a significant fraction of the fuel reacts before it has time to disperse. The heating is achieved with laser or particle beams dumping huge amounts of energy into the droplet in billionths of a second.

Magnetic confinement takes advantage of the fact that the plasma consists of charged particles. Magnetic fields are employed to constrain or reflect the particles

Des atomes, isotopes et autres choses de ce genre

Les atomes sont constitués de trois types fondamentaux de particules. Le noyau de l'atome est formé de *protons* chargés positivement et de *neutrons* non chargés et des *électrons* chargés négativement gravitent autour du noyau. La quasi-totalité de la masse de l'atome est concentrée dans le noyau.

A l'état normal, les atomes ont un même nombre de protons et d'électrons et sont donc électriquement neutres. Si un atome est excité, il peut perdre ou gagner des électrons et obtenir ainsi une charge électrique nette. Les atomes chargés s'appellent *ions* et on appelle radiation ionisante la radiation capable de dépouiller l'atome de ses électrons. La radiation ionisante n'est bonne ni pour nous ni pour notre postérité.

Le nombre de protons dans le noyau détermine l'atome. Un atome qui ne contient qu'un proton est un atome d'hydrogène, un atome à 8 protons ne peut être qu'un atome d'oxygène et un atome de 92 protons est un atome d'uranium. Les électrons déterminent les propriétés chimiques de l'atome.

Si le nombre de protons d'un élément ne varie jamais, ce n'est pas le cas du nombre de neutrons. Pour prendre un exemple simple, l'hydrogène peut exister sous trois formes: son noyau peut comprendre zéro, un ou deux neutrons. Les deux premières variantes ou *isotopes* s'appellent protium et deutérium. La troisième variante, le tritium, est instable et se change en hélium au bout d'un certain nombre d'années.

Il existe dans la nature certains éléments qui se décomposent ou se désintègrent spontanément pour se changer en éléments plus légers, ce changement s'accompagnant d'une libération d'énergie. Ces éléments sont dits *radioactifs*. A cette radioactivité naturelle, l'homme a ajouté la radioactivité provoquée par la détonation de dispositifs nucléaires et l'exploitation de réacteurs de fission. Qu'ils soient naturels ou provoqués, les éléments radioactifs se décomposent à un rythme fixe caractéristique de l'élément en question. La période de *demi-vie* est le temps qu'il faut à la moitié d'un corps radioactif donné pour se désintégrer spontanément pour former un nouvel élément. Si l'on prend par exemple quatre unités de tritium dont la période de demi-vie est de 12.3 ans, il n'en restera plus que deux unités (plus les produits de désintégration) au bout de 12.3 ans et une seule unité au bout de 24.6 ans.

cependant, l'heure est à l'optimisme en raison de progrès importants réalisés en recherche sur la fusion au cours des dix dernières années.

A des températures très élevées, les atomes sont complètement ionisés et on est en présence de ce qu'on appelle un plasma, c'est-à-dire un mélange de noyaux dépouillés de leurs électrons périphériques et de ces mêmes électrons, maintenant libérés. La majeure partie de l'univers tel que nous le connaissons, à l'exception de la Terre et d'autres planètes, est un plasma. Toutefois, pour qu'une telle conglomération de particules chargées puisse entretenir une réaction de fusion, il faut que des conditions spéciales de température, de densité et de temps de confinement soient remplies. Ainsi, pour créer en laboratoire une «étoile miniature», les savants doivent établir un milieu unique.

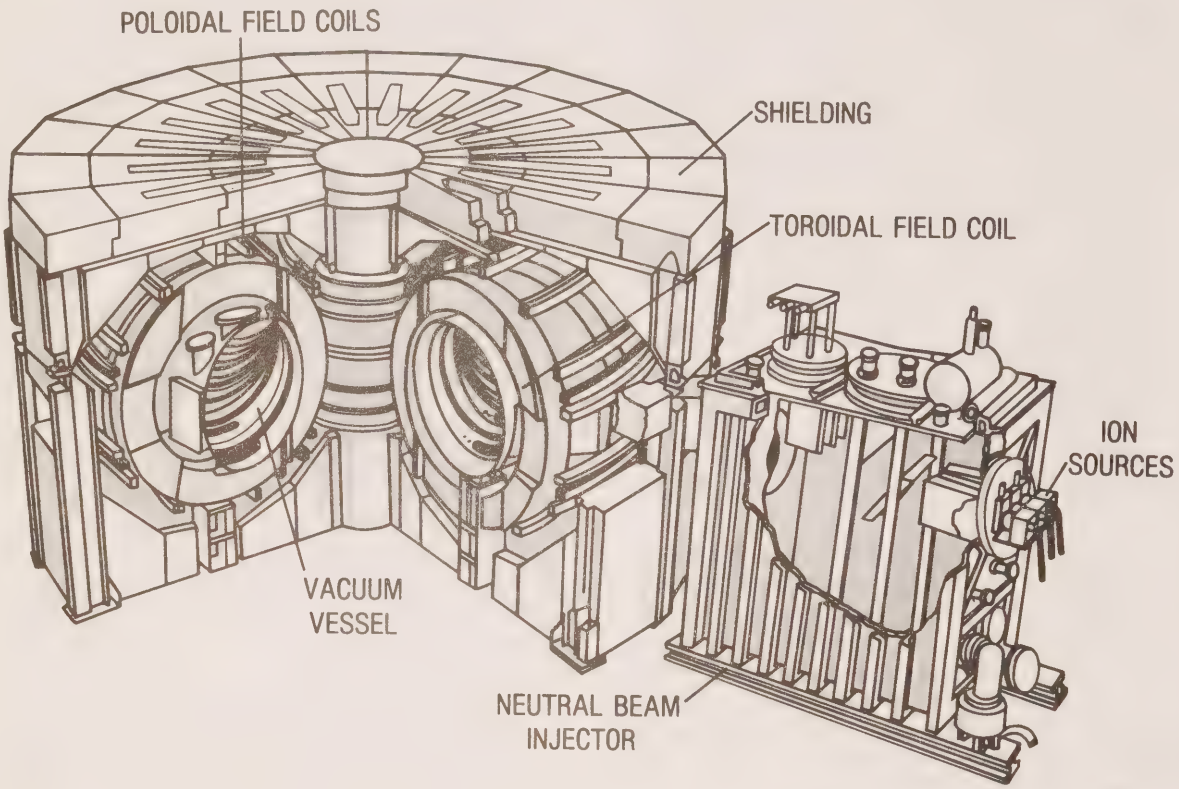
Conditions du maintien d'une réaction de fusion

- Le combustible de fusion doit être chauffé et maintenu à une température proche de son point d'ignition, c'est-à-dire la température à laquelle la réaction se produira sans autre apport calorifique.
- Le plasma doit être confiné pendant un temps suffisant pour que l'énergie (chaleur) du combustible de réaction soit égale ou supérieure à l'énergie investie dans le chauffage et le confinement du plasma.
- Le plasma doit avoir une densité suffisante pour que les ions soient assez proches les uns des autres pour permettre la réaction. (La densité est le nombre d'ions par unité de volume de plasma). Le seuil minimal de fusion est le produit du temps par la densité et qu'on appelle produit Lawson en l'honneur du physicien J.D. Lawson qui a été le premier à le formuler.

La réaction de fusion dont les conditions peuvent être satisfaites le plus facilement est celle de deux isotopes de l'hydrogène, le deutérium (D) et le tritium (T) qui se combinent pour former de l'hélium. D'autres réactions possibles exigeraient des températures de plasma encore plus élevées que la fusion D-T. Le confinement matériel du plasma de fusion est, bien entendu, indispensable: les murs du réacteur se vaporiseraient instantanément au contact du plasma et, en même temps, le refroidissement du combustible de fusion arrêterait la réaction. On connaît toutefois trois mécanismes physiques pour confiner le plasma à haute température. Il s'agit du confinement gravitationnel, du confinement inertiel et du confinement magnétique.

Fusion Reactor Configurations — Closed Magnetic Confinement

Figure 6-15: SCHEMATIC REPRESENTATION OF A TOKAMAK REACTOR



Source: After *The Princeton University Plasma Laboratory: An Overview*, 1979, p. 8.

The fusion reactor configuration with the longest history of development is the Tokamak, named after a device with which the Russians did some pioneering research on plasma stability. The Tokamak involves closed magnetic confinement of a plasma in a torus (doughnut-shaped chamber) maintained at a high vacuum. Three different magnetic fields, or sets of fields, act to confine the plasma within the torus or vacuum vessel. The toroidal magnetic field is the basic confining field, and the poloidal field forces the plasma toward the middle of the torus. To maintain plasma equilibrium and stability, a third set of magnetic fields is generated by smaller coils along the periphery of the torus.

Various means can be used to add energy to the plasma. In the Princeton TFTR (Tokamak Fusion Test Reactor) pictured above, high-energy, neutral-particle beams will carry energy into the plasma and provide the extra heat required to reach ignition temperature. To give an idea of scale, the torus or vacuum chamber for TFTR will be 1.7 metres in diameter and almost 8 metres across. TFTR is designed to achieve scientific breakeven and is scheduled to be operational in 1982.

Le confinement gravitationnel réussit merveilleusement dans le soleil, si bien en fait qu'une réaction de fusion plus difficile se produit à des températures inférieures à celles que devra utiliser l'homme dans la fusion D-T. Mais, comme le champ gravitationnel de la Terre est insignifiant par comparaison, ce n'est pas là un domaine de recherche approprié.

Dans le confinement inertiel, la température et la densité d'une gouttelette de combustible de plasma augmentent si rapidement qu'une fraction importante du combustible réagit avant d'avoir eu le temps de se disperser. Le chauffage est réalisé par des faisceaux lasers ou des faisceaux de particules qui placent d'énormes quantités d'énergie dans la gouttelette en quelques milliardièmes de seconde.

Le confinement magnétique tire parti du fait que le plasma est composé de particules chargés. On a recours à des champs magnétiques pour retenir ou réfléchir les particules afin de confiner le plasma assez longtemps pour qu'une réaction de fusion se produise.

On poursuit vigoureusement la recherche sur ces deux types de confinement dans une variété de réacteurs mais jusqu'à présent le champ de recherche a été dominé par le confinement magnétique. Les trois conditions de la fusion contrôlée (température, densité et temps de confinement) ont été réalisées séparément et les recherches actuelles sont maintenant concentrées sur les moyens de combiner ces trois conditions dans un même dispositif de fusion.

On espère atteindre avant 1985 le seuil de faisabilité scientifique (c'est-à-dire le point où l'énergie produite par la fusion est égale à celle investie dans le chauffage du plasma) dans des machines de fusion actuellement en chantier. Cela n'aura cependant servi qu'à démontrer le principe scientifique. Ce qu'il faudra ensuite résoudre sera les problèmes techniques associés à la construction d'une machine de fusion commerciale. De nombreux chercheurs espèrent atteindre d'ici 1990 le seuil de faisabilité technique (c'est-à-dire le point où l'énergie totale produite par la fusion est égale ou supérieure à l'énergie totale investie dans le système). De l'avis général, un réacteur de fusion commercial de démonstration pourrait entrer en service au début du siècle prochain.

Aujourd'hui, les trois applications possibles de l'énergie de la fusion qui reçoivent le plus d'attention de la part des chercheurs sont la production d'électricité, la production de combustibles fissibles dans des réacteurs hybrides fusion/fission et l'utilisation de la chaleur des réacteurs. Dans la première application, les produits énergétiques de la fusion produisent de la chaleur qu'ils cèdent à la paroi du réacteur. Cette énergie thermique est alors utilisée pour produire de la vapeur et entraîner des générateurs à turbine. Dans la deuxième application, les neutrons de fusion convertissent des matériaux fertiles comme le thorium en un combustible de réacteur de fission. Enfin, la chaleur rejetée des réacteurs de fusion pourrait servir, comme dans le cas des autres types de centrale, au traitement thermique industriel, au chauffage de quartier ou à l'agriculture en serre ou à l'agriculture hydroponique. On a également suggéré un certain nombre d'autres applications comme l'utilisation de l'énergie de fusion pour produire l'hydrogène.

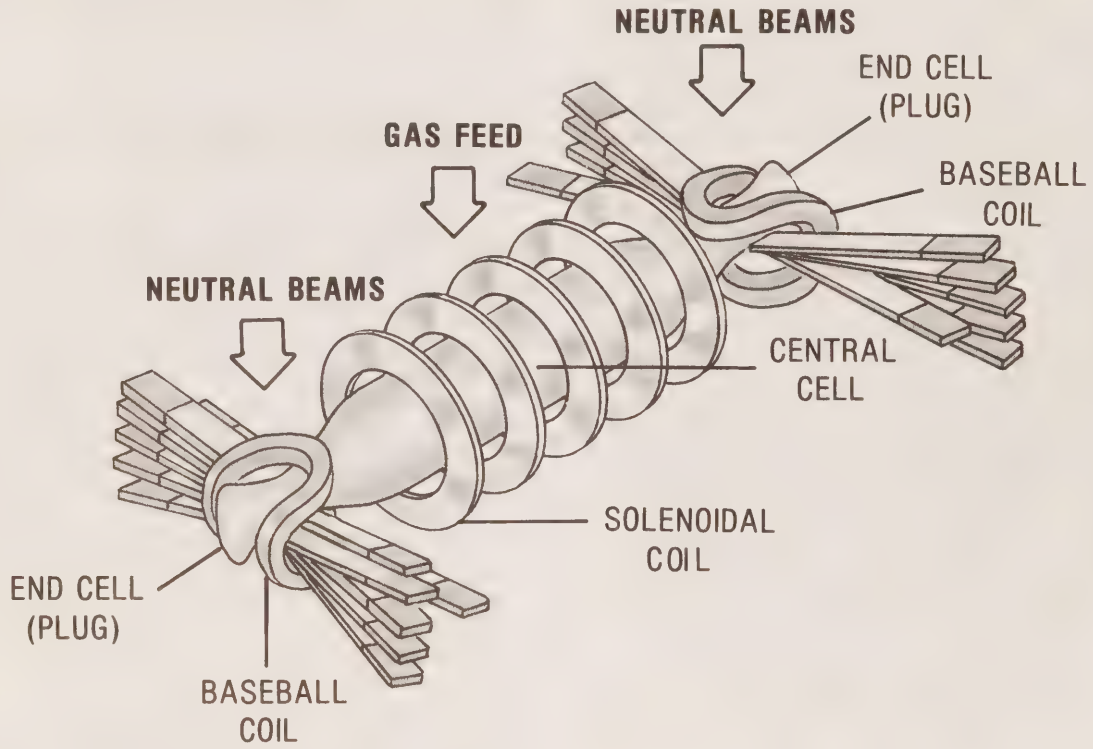
2. AVANTAGES ET DIFFICULTÉS DE L'UTILISATION DE L'ÉNERGIE DE LA FUSION

Les avantages potentiels de l'énergie de fusion sont si importants aux yeux de certains gouvernements qu'on dépense actuellement plus de 2 milliards de dollars par an en recherche et développement dans ce domaine aux États-Unis, en Europe, en Union Soviétique et au Japon. Si la promesse d'une énergie pratiquement illimitée est alléchante, le processus de la fusion est bien plus loin d'atteindre l'étape de la commercialisation que toute autre source d'énergie que nous avons examinée et il est certain que ce sera de loin la plus chère à mettre au point.

- La fusion offre la possibilité d'une source d'énergie pratiquement illimitée, basée sur un combustible disponible dans tous les pays. C'est l'une des rares sources d'énergie à pouvoir satisfaire la quasi-totalité des besoins énergétiques de l'homme pendant son occupation à long terme de la planète.
- Une conception appropriée des réacteurs de fusion devrait permettre de réduire la production de sous-produits radioactifs à des niveaux bien inférieurs à ceux des réacteurs de fission. Les sous-produits de la fusion devraient également avoir des demi-vies plus courtes que les sous-produits de la fission.
- Les produits d'activation de la fusion ne sont pas volatils, contrairement à une fraction importante des produits d'activation de la fission. En cas d'accident, il serait donc plus facile de contenir la radioactivité dans un réacteur de fusion.
- La réaction de fusion ne donne lieu à aucun produit chimique de combustion, ce qui en fait à cet égard une technologie énergétique inoffensive.
- Les matériaux utilisés et les sous-produits émanant d'un réacteur de fusion commercial ne se prêtent pas à la fabrication d'armes nucléaires.
- La mise au point des systèmes de fusion, en raison de leur complexité et des conceptions techniques très exigeantes, ne peut que promouvoir le progrès technique et pourrait avoir des applications dans d'autres secteurs industriels.

Fusion Reactor Configurations — Open Magnetic Confinement

Figure 6-16: SCHEMATIC REPRESENTATION OF A TANDEM MIRROR MACHINE



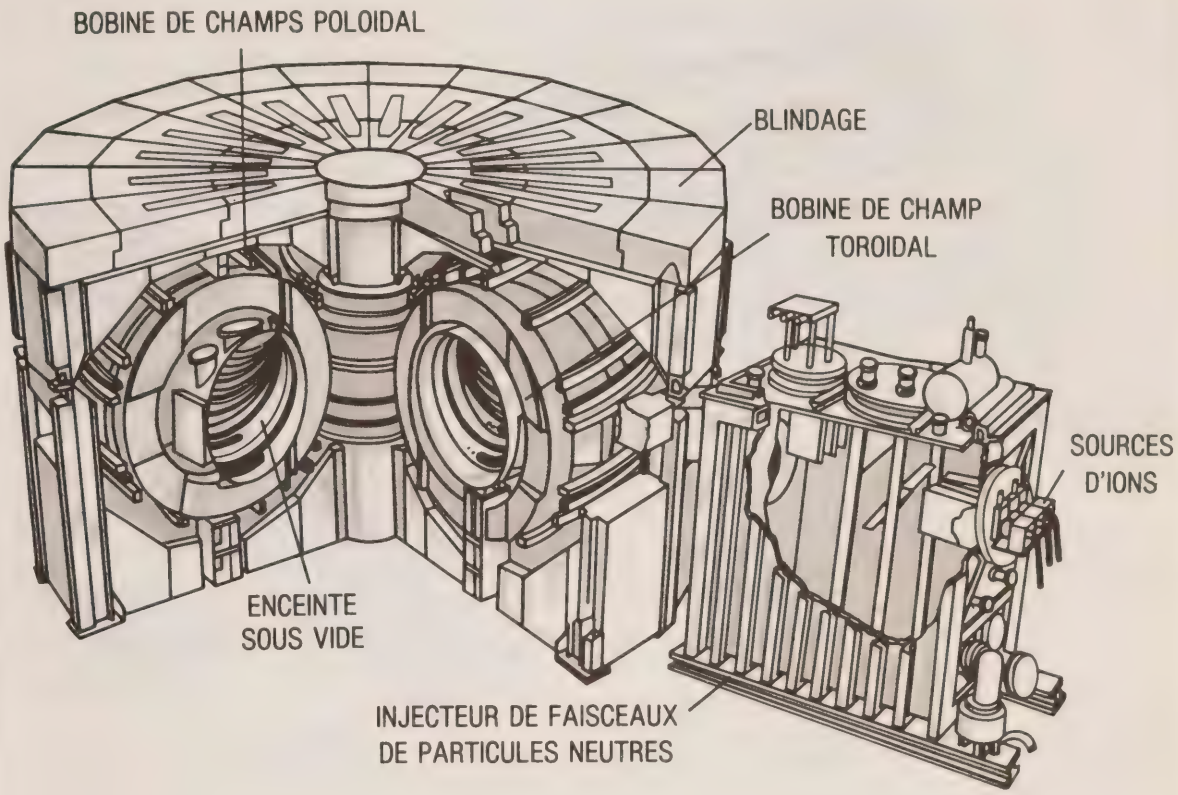
Source: After *Selected Articles on Magnetic Fusion Energy from Energy & Technology Review*, 1979, p. 13.

The other major category of magnetic confinement devices is the "open" configuration (which does not close in on itself like a Tokamak). In essence, open machines are cylindrical plasma containers with a solenoidal magnetic field around the cylinder and confining fields at the ends of the cylinder to reduce plasma losses. The end fields act as "magnetic mirrors" to reflect charged particles. At the present time, three magnetic mirror concepts are being studied: the tandem mirror (shown above), the field-reversed mirror and the bumpy torus (which links a series of simple mirrors into a circle in a hybrid design joining open and closed configurations in magnetic confinement).

A large tandem mirror, MFTF (Mirror Fusion Test Facility), is under construction at Lawrence Livermore Laboratory in California. As schematically illustrated above, energy will be added to the plasma by neutral beam injection at the end cells. To give an appreciation of scale, the cylindrical fusion chamber in the MFTF is 18 metres long. Operation of the machine is expected by late 1981.

Configurations de réacteurs de fusion—confinement magnétique fermé

Figure 6-15: Schéma d'un réacteur Tokamak



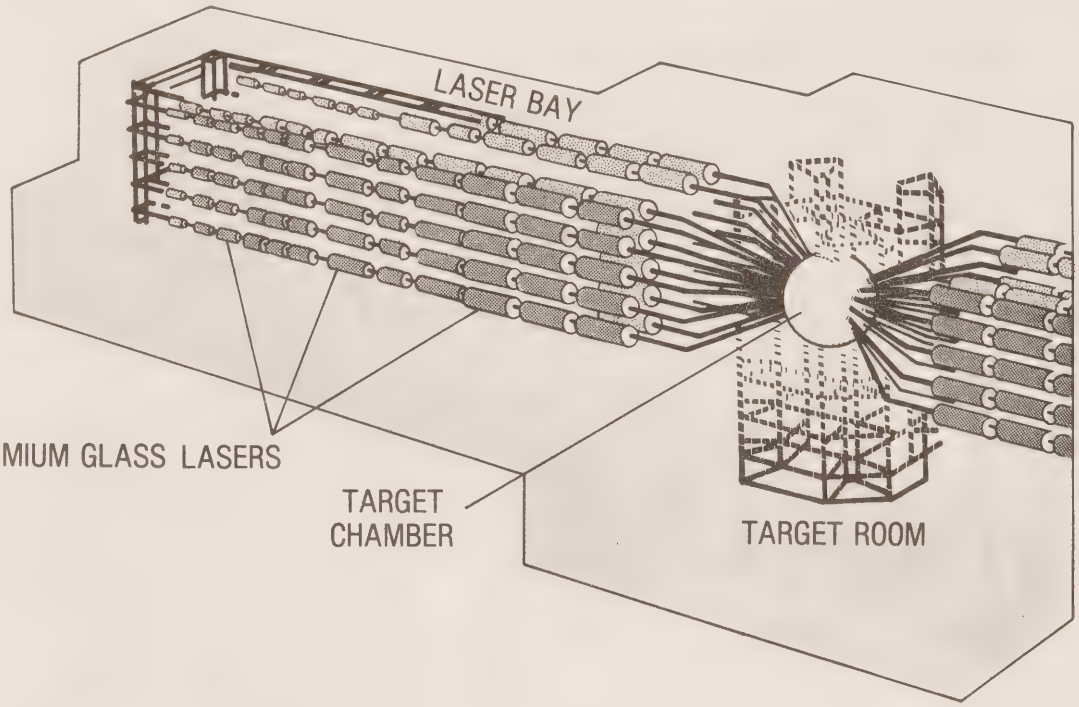
Source: D'après *The Princeton University Plasma Laboratory: an Overview* 1979, p. 8.

Le Tokamak est la configuration de réacteur de fusion la plus ancienne à l'heure actuelle. Ce réacteur tire son nom d'un dispositif avec lequel l'Union soviétique a procédé à certaines recherches de pointe sur la stabilité des plasmas. Le Tokamak permet de confiner magnétiquement un plasma dans un volume torique (en forme de beignet) où il règne un vide quasi absolu. Trois champs magnétiques différents, ou ensemble de champs, confinent le plasma à l'intérieur du volume toroïdal ou chambre à vide. Le champ magnétique toroïdal constitue le principal champ de confinement alors que le champ poloïdal force le plasma vers le milieu du tore. Enfin, pour préserver l'équilibre et la stabilité du plasma, on crée un troisième ensemble de champs magnétiques au moyen de bobines plus petites placées à la périphérie du tore.

On peut utiliser divers moyens pour augmenter l'énergie du plasma. Dans le TFTR de Princeton représenté (Réacteur expérimental de fusion Tokamak), on fournit la chaleur supplémentaire nécessaire pour atteindre le point d'ignition en bombardant le plasma avec un faisceau de particules neutres à haute énergie. Pour donner une idée de l'échelle, précisons que le diamètre du tore ou chambre à vide du TFTR sera de 1.7 m dans sa section verticale et que celui de l'anneau, sur le plan horizontal, est de près de 8 m. Le TFTR est conçu pour atteindre le point d'équilibre scientifique et devrait entrer en opération en 1982.

Fusion Reactor Configurations — Inertial Confinement

Figure 6-17: SCHEMATIC REPRESENTATION OF A LASER FUSION MACHINE



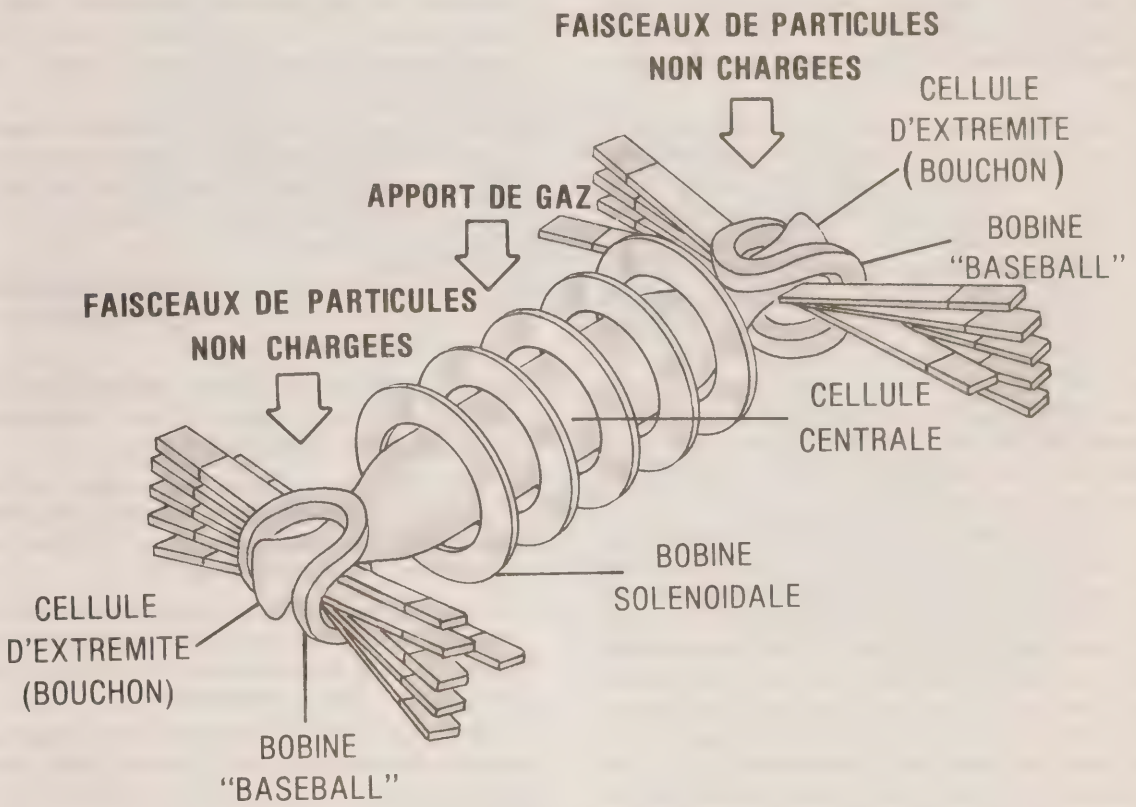
Source: After "Laser Fusion", 1977, p. 13.

Apart from magnetic confinement, the other approach to containing a high-temperature plasma on the Earth is by means of inertial confinement. This latter technique seeks to intensely heat a tiny pellet of fusion fuel so rapidly that the fuel burns as a plasma before it can disperse. Extreme heating of the surface of the fuel pellet causes it to implode; the high plasma density thereby achieved allows the fusion reaction to be established for a very small fraction of a second. The problem is to deliver a huge pulse of energy to a tiny target in less than a billionth of a second. Two approaches to achieving these conditions involve heating with high-power lasers or with highly-energetic particle beams.

The device illustrated in Figure 6-17 is the Shiva laser fusion facility at Lawrence Livermore Laboratory. In this installation, 20 neodymium glass lasers deliver energy to a fuel pellet inside the target chamber. Success with the Shiva system has been such that the facility is being doubled to include a second laser bay. The expanded system, called Shiva Nova, is expected to demonstrate scientific breakeven. The Shiva laser operates at a power level of 20 to 30 terawatts; Shiva Nova will produce 190 to 285 TW of power and the expanded facility will approximately cover the area of a football field.

Configurations de réacteurs de fusion—confinement magnétique «ouvert»

Figure 6-16: Schéma d'une machine à miroirs magnétiques jumelés



Source: D'après Selected Articles on Magnetic Fusion Energy from Energy & Technology Review, 1979, p. 13.

La deuxième principale catégorie de dispositifs de confinement magnétique est la configuration «ouverte» (qui ne se referme pas sur elle-même comme un Tokamak). Pour simplifier, disons que la configuration ouverte se caractérise par une chambre à plasma cylindrique autour de laquelle est installé un champ magnétique solénoïdal et dont les extrémités sont bouchées par des champs de confinement servant à réduire les pertes de plasma. Ces champs d'extrémité sont en quelque sorte des «miroirs magnétiques» destinés à réfléchir les particules chargées. On étudie à l'heure actuelle trois concepts à miroirs magnétiques: à miroir en tandem (représenté ici); à miroir dont le champ est inversé et à série de miroirs placés en cercle (bumpy torus) selon une conception hybride intégrant les configurations ouvertes et fermées du confinement magnétique.

On construit en ce moment un grand dispositif à miroirs en tandem, le MFTF (Installation expérimentale de fusion à miroirs) au laboratoire Livermore en Californie. Comme cela est représenté schématiquement ici, on augmente la température du plasma en injectant des faisceaux de particules neutres aux cellules d'extrémité. Pour donner une idée de l'échelle de ce réacteur, indiquons que la chambre cylindrique de fusion du MFTF à 18 mètres de long. Ce réacteur devrait être prêt à fonctionner fin 1981.

in attempting to confine the plasma long enough for a fusion reaction to take place.

Both magnetic confinement and inertial confinement are being vigorously pursued in a variety of reactor configurations, with spending on magnetic confinement having dominated the field to the present time. Each of the three conditions (temperature, density and confinement time of the plasma) for controlled fusion has been separately achieved and the research drive now centres on bringing all three conditions together in one fusion device.

Scientific breakeven — the point at which as much energy is released by the fusion reaction as is put into the plasma to heat it — is expected to be achieved before 1985 in fusion machines under construction at the present time. That achievement, however, will still only have demonstrated the scientific principle. Requiring solution thereafter are the engineering problems involved in deriving a commercial fusion device. Engineering breakeven — defined as the stage at which total energy out of the fusion system equals or exceeds total energy into the system — is expected by many research workers to be reached by 1990. The consensus is that a demonstration commercial fusion reactor can be operating by early in the twenty-first century.

The three possible applications of fusion energy which receive the most attention in research today are the production of electricity, of fissile fuels in fusion-fission hybrid reactors, and of process heat. In the first application, the energetic fusion products generate heat upon absorption in the reactor wall, with the thermal energy then used to produce steam and drive conventional turbogenerators. In the second application, the fusion neutrons convert fertile materials such as thorium into fission reactor fuel. Thirdly, waste heat from electrical generation in a fusion facility could be exploited, as is the case with other powerplants, for industrial process heat, for district heating or for greenhouse agriculture or hydroponics. A number of other applications have been proposed, such as the use of fusion energy in one of several ways to produce hydrogen.

2. ADVANTAGES AND DIFFICULTIES IN USING FUSION ENERGY

The potential benefits of fusion energy are perceived by some governments to be so great that more than $2 billion is now being spent annually on R&D in the United States, Europe, the Soviet Union and Japan. While the promise of almost unlimited energy from the fusion process is alluring, this energy source is the furthest from commercialization of any we have considered and by a large margin it will be the most expensive to develop.

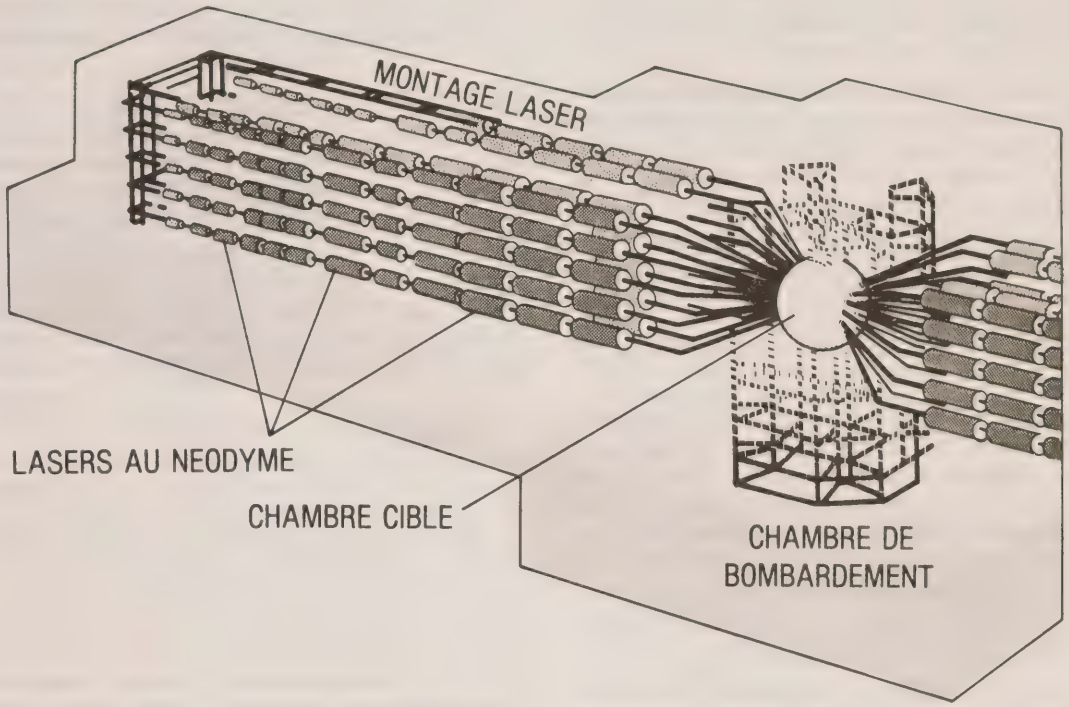
- Fusion offers the possibility of providing a virtually limitless supply of energy based upon a fuel available to all countries. It is one of the very few energy sources with the potential to broadly handle man's energy requirements in his long-term occupation of the planet.
- Proper design of fusion reactors should reduce the generation of radioactive by-products to levels far below those of fission reactors. The fusion by-products would also have shorter half-lives than fission by-products.
- Fusion activation products are nonvolatile whereas a substantial fraction of fission activation products are volatile. Controlling radioactivity in the event of an accident should therefore be easier in a fusion reactor.
- The fusion reaction does not generate chemical combustion products and in that sense represents a benign energy technology.
- Materials used and by-products generated in a commercial fusion reactor would not lend themselves to the production of nuclear weapons.
- The development of fusion power systems, by virtue of their complexity and highly demanding engineering design, will promote technological advances with application in other industrial sectors.
- Although Canada is only marginally involved in fusion research today, there are areas of the technology where this country could benefit from making a larger contribution to the international effort.

While the potential benefits of commercial fusion energy are indeed great, there is also no other alternative energy source facing as many difficulties in its exploitation.

- The technology to exploit fusion energy on a broad commercial basis is not yet in place and many experts believe that 20 years or more will be required to reach that goal. This is a time span beyond the planning horizon of most organizations and a conventional cost/benefit analysis therefore cannot be made. It is difficult for industry in particular to commit funds on a large scale to such research when the return is so tentative.
- The cost of commercializing fusion energy will be tremendous. More than two billion dollars was spent worldwide last year on fusion research and one expert has ventured the guess that required fusion RD & D might ultimately cost some $50 billion. Progress therefore depends on heavy financial commitments by governments.
- It has yet to be determined whether chronic exposure to the powerful electromagnetic fields characteristic of

Configurations de réacteurs de fusion—confinement inertiel

Figure 6-17: Schéma d'une machine de fusion au laser



Source: D'après "Laser Fusion", 1977, p. 13.

En plus du confinement magnétique, on explore également la voie qui consiste à confiner un plasma à haute température grâce à l'inertie de la matière. Dans cette dernière conception, on s'efforce de chauffer à température extrême une petite cible de combustible assez rapidement pour qu'elle se transforme en plasma avant que ses éléments puissent se disperser. La chaleur extrême à la surface du combustible le fait imploser et la forte densité de plasma ainsi obtenue permet d'établir une fusion pendant une infime fraction de seconde. La difficulté est surtout d'arriver à transmettre une énorme quantité d'énergie à une très petite cible en moins d'un miliardième de seconde. A cet égard, on étudie deux moyens d'y arriver: grâce à des lasers à grande puissance ou grâce à des faisceaux de particules à haute énergie.

Le dispositif illustré à la figure 6-17 est l'installation de fusion par laser Shiva du laboratoire Lawrence Livermore. Dans cette installation, 20 lasers au verre dopé au néodyme bombardent une pastille de combustible placée dans une chambre de réaction. Le système agrandi appellé Shiva Mova doit pouvoir atteindre le point d'équilibre scientifique de rendement. Le laser Shiva fonctionne à un niveau de puissance de 20 à 30 terawatts; Shiva Nova produira entre 190 et 285 TW et l'installation agrandie occupera approximativement la superficie d'un terrain de football.

fusion reactors constitutes a health hazard for workers.

- The large-scale use of lithium for tritium breeding in what is expected to be the first commercial fusion process poses a hazard since lithium is chemically very active.
- Tritium management is a sizable challenge since this radioactive isotope of hydrogen is as mobile in the environment as common hydrogen.
- Extremely demanding vacuum requirements in the reaction chamber must be met, the reactor structure must last under intense bombardment from highly energetic neutrons, and materials must resist large stresses imposed by powerful magnets and steep temperature gradients. Despite this hostile operating environment, the various elements of a fusion power system must function with high reliability for long periods of time. Such engineering problems form a major barrier to the successful commercialization of fusion power systems.
- Fusion reactors could require appreciable quantities of scarce materials; for example, helium used as a coolant; beryllium incorporated in the "blanket" surrounding the fusion chamber; and niobium (columbium) utilized in superconducting magnets. The high operating temperatures of the reactor also favour the use of materials such as vanadium and molybdenum. Canada is fortunate though in possessing considerable resources of some of these elements.
- Because of its expense and complexity, the commercialization of fusion energy will be achieved in the industrialized world. Other nations wishing to adopt this technology will have to purchase it, making some countries technically dependent on others.
- Some observers are concerned that in the rush to harness fusion energy, the best fusion system will not necessarily be the one commercially deployed.
- Although the prospect today is that fusion energy systems will be much more environmentally appealing than fission systems, the public may nevertheless transfer its apprehension over "nuclear power" from one process to the other.

3. INTERNATIONAL AND CANADIAN DEVELOPMENT

Any one country would find the cost of developing a fusion energy system high, and fusion research has progressed with international cooperation which has enabled the sharing of technological breakthroughs. The International Atomic Energy Agency and the International Fusion Research Council are two of the bodies which coordinate fusion research and which share research results and information. Joint projects also are common: Japan is planning to invest $250 million in an American project, and the U.S. is investing $50 million in a West German program. Estimates of funding in 1980 for the major foreign fusion programs are indicated in Table 6-9.

Table 6-9: THE INTERNATIONAL FUSION R & D PROGRAM IN 1980

Country	Estimated Fusion R & D Budget (millions)	Major Magnetic Confinement Facilities Under Construction	Estimated Completion Date
U.S.A.	$ 600	Tokamak Fusion Test Reactor (TFTR) at Princeton	1981-82
U.S.S.R.	$1,000	T-15 Experimental reactor	1984
European Community (EURATOM)	$ 500	Joint European Torus (JET)	1983
Japan	$ 400	JT-60	1984

Source: Personal communication, National Research Council, 1981.

These amounts indicate the active pursuit of fusion R&D in the technologically developed nations. When compared to fission budgets, the U.S. and Japan spend the equivalent of more than 25% of their fission budgets on fusion, the European Community about 10% and Great Britain 11%. Other nations including Australia, South Africa, Spain, Brazil and Argentina are also becoming involved in fusion R&D.

Four projects in the construction phase today are expected to establish the scientific feasibility of the magnetic confinement approach to fusion power: TFTR in the United States, JET in Europe, T-15 in the Soviet Union and JT-60 in Japan. These experimental machines should provide conclusive information on how to achieve ignition in a D-T plasma. This generation of magnetic confinement machines must then be followed by one or more experimental reactors dedicated to establishing the technological feasibility of fusion power and then by demonstration reactors to assess the economic practicality of fusion.

In 1978, the International Atomic Energy Agency proposed an international project to tackle the next phase of technological feasibility. The result was the INTOR (International Tokamak Reactor) Workshop, with the parties to the Workshop being the European Community (through Euratom), the United States, the USSR

- Malgré sa contribution marginale à la recherche actuelle en matière de fusion, il existe certains domaines de cette technologie où le Canada pourrait profiter d'une plus grande participation dans les efforts internationaux.

S'il est vrai que l'exploitation commerciale de l'énergie de la fusion présente des avantages potentiels intéressants, il n'en reste pas moins que c'est la source d'énergie dont l'exploitation présente le plus de problèmes.

- La technologie qui permettrait l'exploitation commerciale de l'énergie de fusion n'est pas encore établie et les experts pensent qu'il faudra 20 ans ou plus pour atteindre cet objectif. C'est une période qui dépasse l'horizon de planification de la plupart des organisations et il n'est donc pas possible de procéder à une analyse classique des coûts et des avantages. Il est difficile pour l'industrie en particulier d'engager des fonds considérables dans ce genre de recherche quand on est aussi incertain de ce qu'on aura en échange.
- Le coût de la commercialisation de l'énergie de fusion sera considérable. L'année dernière, on a dépensé plus de deux milliards de dollars dans le monde entier pour la recherche sur la fusion et un expert s'est avancé à dire que la RD et D nécessaire pourrait à la longue coûter aux alentours de 50 milliards de dollars. Les progrès dépendront donc d'engagements financiers importants de la part des gouvernements.
- On n'a pas encore déterminé si l'exposition chronique aux puissants champs électromagnétiques caractérisant les réacteurs de fusion constitue un danger pour la santé des travailleurs.
- L'emploi sur une grande échelle du lithium pour la production du tritium dans ce que l'on pense être le premier processus commercial de fusion constitue un danger car le lithium est chimiquement très actif.
- La manipulation du tritium constitue un défi de taille car cet isotope radioactif de l'hydrogène est aussi mobile dans l'environnement que l'hydrogène ordinaire.
- Il faut respecter des exigences de vide extrêmement strictes de la salle de réaction, la structure du réacteur doit pouvoir résister au bombardement intense de neutrons très énergétiques et les matériaux doivent résister à des contraintes considérables imposées par des aimants puissants et d'importants gradients thermiques. Malgré ce milieu d'exploitation hostile, les divers éléments d'un réacteur de fusion doivent pouvoir fonctionner avec la plus grande fiabilité pendant de longues périodes de temps. Ces problèmes techniques constituent un obstacle important à la commercialisation viable des systèmes à fusion.
- Les réacteurs de fusion pourraient nécessiter des quantités substantielles de matériaux rares, notamment de l'hélium comme réfrigérant, du béryllium pour le manteau qui protège la salle de fusion et du niobium (columbium) utilisé dans les aimants supraconducteurs. Les températures de fonctionnement très élevées du réacteur incitent également à utiliser des matériaux comme le vanadium et le molybdène. Le Canada a la chance de posséder en abondance certains de ces éléments.
- En raison de son coût et de sa complexité, la commercialisation de l'énergie de fusion se fera dans le monde industrialisé. Les autres pays désireux d'adopter cette technologie devront l'acheter, ce qui les mettra sous la dépendance technique d'autres pays.
- Certains craignent que, dans cette ruée vers l'énergie de fusion, le meilleur système ne sera pas nécessairement celui qui sera commercialisé.
- Alors que les systèmes à fusion promettent aujourd'hui d'être plus avantageux sur le plan de l'environnement que les systèmes à fission, le public peut transférer sa crainte de l'énergie nucléaire d'un système à l'autre.

3. DÉVELOPPEMENTS INTERNATIONAUX ET CANADIENS

Le coût de la mise au point d'un système d'énergie de fusion est très élevé, surtout pour un pays seul et aussi est-ce grâce à la coopération internationale que la recherche a progressé et que les percées technologiques ont été partagées. L'Agence internationale de l'énergie atomique et le Conseil international de recherche sur la fusion sont deux des organismes qui coordonnent la recherche sur la fusion et qui diffusent les résultats de ces recherches ainsi que d'autres renseignements. Les projets collectifs sont également de rigueur: le Japon compte investir $250 millions dans un projet américain et les États-Unis investissent $50 millions dans un projet de l'Allemagne de l'ouest. On trouvera au Tableau 6-9 une estimation des budgets consacrés en 1980 aux principaux programmes étrangers de R et D sur la fusion.

Ces chiffres indiquent clairement que les pays technologiquement développés poursuivent activement la recherche et le développement dans le domaine de la fusion. A titre de comparaison, les États-Unis et le Japon dépensent pour la fusion l'équivalent de plus de 25% de leurs budgets consacrés à la fission. Ce pourcentage est d'environ 10% pour la Communauté européenne et de 11% pour la Grande-Bretagne. D'autres pays comme l'Australie, l'Afrique du sud, l'Espagne, le Brésil et l'Argentine s'intéressent également à la recherche dans ce domaine.

and Japan. The Workshop established the specifications of such a fusion device and recommended that it be constructed and put into operation by the late 1980s or early 1990s. INTOR was to require 200 electrical MW of power to operate and was to produce a total fusion power of about 620 thermal megawatts. Controlled plasma burn was to extend for at least 100 seconds.

For a while there was speculation that INTOR might be built in Canada but the Soviet invasion of Afghanistan appears to have killed the project. The United States has been reexamining its own program in the light of this development to see how it should best proceed to the technological feasibility stage.

Canada spent $1.9 million on fusion R&D in 1979-80. This sum comprised $0.3 million from the Federal Government for the 1979-80 National Fusion Program and $0.9 million for the in-house Laser Fusion Group at NRC, augmented by $0.7 million from Provincial Governments and utilities. International groups involved with the development of fusion energy do not consider this level of support to be a serious contribution to the international fusion research effort.

The Federal Government did not support fusion R&D at the recommended level of $4.2 million in fiscal year 1980-81. Although the NRC Laser Fusion Group did receive $1.2 million, only $1.3 million was forthcoming for the National Fusion Program, of which $1.0 million represented the initial Federal contribution towards constructing the Varennes Tokamak. Consequently only $300,000 was available in the National Fusion Program last year to support project definition studies, to promote work in the particularly important area of materials research, and to support Canadian scientists in getting hands-on experience with fusion machines abroad. This level of funding is well below the investment being made collectively by several provinces, principally through their electrical utilities.

Table 6-10: RECOMMENDED EXPENDITURES ON A CANADIAN NATIONAL FUSION PROGRAM

All values are given in millions of 1979 Canadian dollars.

FISCAL YEAR	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88
Federal Funds for National Fusion Program	0.3	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	12.0	12.0	12.0
NRC In-house Laser Fusion Group	0.9	1.2	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Total Federal Funds	1.2	4.2	7.5	11.0	14.0	17.0	14.0	14.0	14.0
Other Sources of Funds for National Fusion Program[a]	0.7	1.8	6.5	12.0	14.0	8.0	3.0	3.0	3.0
Total Funding	1.9	6.0	14.0	23.0	28.0	25.0	17.0	17.0	17.0

[a] Includes provincial governments, utilities and foreign sources.

Source: Canada, National Research Council, 1980, p. 10.

The National Research Council has proposed a budget for a Canadian National Fusion Program which it considers to be just sufficient for Canada to attain international recognition as making a significant effort in fusion research. Details of this funding are presented in Table 6-10. The recommended program is intended to develop scientific and technological expertise in Canada, permitting access to international work and allowing Canadian industrial participation in the development of commercial fusion power systems. The spending program outlined includes funding by both the Federal and Quebec Governments for the new Tokamak facility at Varennes.

The NRC has suggested that our fusion research effort would best entail a three-pronged approach because of unique Canadian resources. First, Canada enjoys international recognition for its gas (CO_2) laser research which is relevant to the inertial confinement approach to fusion systems. Second, with the Varennes Tokamak, Canada will be in a position to contribute to

Tableau 6-9: PROGRAMME R & D EN MATIÈRE DE FUSION SUR LE PLAN INTERNATIONAL EN 1980

Pays	Budget estimé de R & D (en millions)	Principales installations de confinement magnétique en construction	Date prévue d'achèvement
		Réacteur expérimental de fusion	
États-Unis ..	$ 600	Tokamak à Princeton	1981-82
U.R.S.S.....	$1,000	Réacteur expérimental T-15	1984
Communauté ..... européenne (Euratom)	$ 500	Joint European Torus (JET)	1983
Japon.....	$ 400	JT-60	1984

Source: Communication personnelle, Conseil national de recherches, 1981.

Il y a aujourd'hui quatre projets en voie de construction qui devraient établir la faisabilité scientifique du confinement magnétique pour l'énergie de fusion: TFTR aux États-Unis, JET en Europe, T-15 en Union soviétique et JT-60 au Japon. Ces machines expérimentales devraient nous donner des renseignements concluants sur la façon de réaliser l'ignition dans un plasma D-T. Cette génération de machines à confinement magnétique devront alors être suivis par un ou plusieurs réacteurs expérimentaux destinés à établir la faisabilité technologique de l'énergie de la fusion, puis par des réacteurs de démonstration devant servir à évaluer les possibilités économiques de cette forme d'énergie.

En 1978, l'Agence internationale de l'énergie atomique a proposé un projet international visant à aborder la phase suivante de la faisabilité technologique. Cette proposition a donné naissance à l'Atelier INTOR (Réacteur Tokamak international) dont les participants sont la Communauté européenne (par l'intermédiaire de l'Euratom), les États-Unis, l'URSS et le Japon. Cet atelier a établi les spécifications d'un dispositif de fusion et a recommandé qu'il soit construit et mis en exploitation d'ici la fin des années 1980 ou le début des années 1990. INTOR devait exiger 200 MW électriques pour fonctionner et devait produire environ 620 mégawatts thermiques. La combustion contrôlée du plasma devait durer au moins 100 secondes.

Pendant un certain temps, on avait pensé qu'INTOR pourrait être construit au Canada mais l'invasion soviétique de l'Afghanistan semble avoir mis fin au projet. A la lumière de ces développements, les États-Unis ont réexaminé leur propre programme pour décider de la meilleure façon de procéder au stade de la faisabilité technique.

En 1979-80, le Canada a dépensé $1.9 million en R&D dans le domaine de la fusion. Sur cette somme, $0.3 million provenait du gouvernement fédéral dans le cadre du Programme national de fusion nucléaire de 1979-80, $0.9 million du groupe du CNR sur la fusion par laser et $0.7 million des gouvernements provinciaux et des services publics. Les groupes internationaux engagés dans le développement de l'énergie de la fusion ne considèrent pas ce niveau de financement comme une contribution sérieuse aux efforts internationaux dans ce domaine.

Le Conseil national de recherches a proposé pour le Programme canadien de fusion nucléaire un budget qui, d'après lui, serait juste suffisant à faire reconnaître, sur le plan international, que le Canada fait un effort important dans la recherche sur la fusion. On trouvera au Tableau 6-10 les détails de ce financement. Le programme recommandé vise à acquérir les connaissances scientifiques et technologiques au Canada, à faciliter la participation canadienne aux travaux internationaux et à permettre à l'industrie canadienne de prendre part à la mise au point de systèmes commerciaux d'énergie de fusion. Le programme prévu comprend le financement de la nouvelle installation Tokamak à Varennes par le gouvernement fédéral et celui du Québec.

Le gouvernement fédéral n'a pas financé la recherche sur la fusion au niveau recommandé de $4.2 millions pendant l'année financière 1980-1981. Bien que le Groupe du CNR sur la fusion par laser ait reçu $1.2 million, le Programme national de fusion n'a reçu que $1.3 million dont $1.0 million représente la contribution fédérale initiale à la construction de l'installation Tohamak de Varennes. En conséquence, le Programme national de fusion n'a disposé que de $300,000 pour financer des études de définition de projets, pour promouvoir les travaux dans le domaine important de la recherche sur les matériaux et pour aider les savants canadiens à acquérir une expérience pratique des machines de fusion à l'étranger. Ce niveau de financement est bien inférieur à l'ensemble des investissements faits par plusieurs provinces, notamment par l'intermédiaire de leur commission électrique.

D'après le CNR, il serait préférable que notre recherche sur la fusion soit menée sur trois fronts, en raison des ressources canadiennes uniques. Premièrement, le Canada est reconnu dans le monde entier pour ses recherches sur le laser au gaz (CO_2) qui peuvent servir dans le domaine du confinement inertiel des systèmes de fusion. Deuxièmement, avec son installation de Varennes, le Canada sera en mesure de contribuer au

the magnetic confinement program. (Studies leading to commercial cycles of operation and to the coupling of a fusion facility to an electrical grid are planned for this facility.) Third, Canada should specialize in one or two carefully selected engineering technologies associated with fusion power systems. In this latter respect, particular interest should be paid to the management of tritium which will be required as a fuel for the first-generation commercial fusion plants. Ontario Hydro already has extensive practical experience in this area.

CONCLUSION

Evidence put before the Committee strongly suggests that fusion will be harnessed in commercial power systems early in the twenty-first century. Although the Committee cannot identify a time at which the Canadian energy system would require the input of fusion energy, we nonetheless anticipate that substantial benefits would flow from participation in the international program to commercialize this energy form. Those benefits will not accrue to Canada at the present level of support of fusion R&D in this country.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that the program of expenditures proposed by the NRC Advisory Committee on Fusion-Related Research be adopted by the Federal Government. For the five-year period from fiscal year 1980-81 to 1984-85, this represents an expenditure of approximately $54 million (in constant 1979 dollars). An independent review should be carried out in the third year of the program and after five years to determine its effectiveness.

Tableau 6-10: DÉPENSES RECOMMANDÉES POUR UN PROGRAMME NATIONAL DE FUSION AU CANADA

Tous les chiffres sont donnés en millions de dollars canadiens de 1979.

ANNÉE FINANCIÈRE	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88
Fonds fédéraux pour le Programme national de fusion	0.3	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	12.0	12.0	12.0
Groupe du CNR chargé de la fusion par laser	0.9	1.2	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Total des fonds fédéraux	1.2	4.2	7.5	11.0	14.0	17.0	14.0	14.0	14.0
Autres sources de fonds[a]	0.7	1.8	6.5	12.0	14.0	8.0	3.0	3.0	3.0
Financement total	1.9	6.0	14.0	23.0	28.0	25.0	17.0	17.0	17.0

[a] Comprend les gouvernements provinciaux, les services publics et les sources étrangères.

Source: Canada, Conseil national de recherches, 1980, p. 10.

programme sur le confinement magnétique. (On prévoit pour cette installation des études menant à des cycles de fonctionnement commerciaux et au raccordement d'une installation de fusion à un réseau électrique.) Troisièmement, le Canada devrait se spécialiser dans une ou deux technologies associées aux systèmes d'énergie de fusion. A cet égard, il faudrait se pencher sur la manipulation du tritium dont on aura besoin comme combustible dans les centrales de fusion commerciales de la première génération. Ontario Hydro a déjà beaucoup d'expérience pratique dans ce domaine.

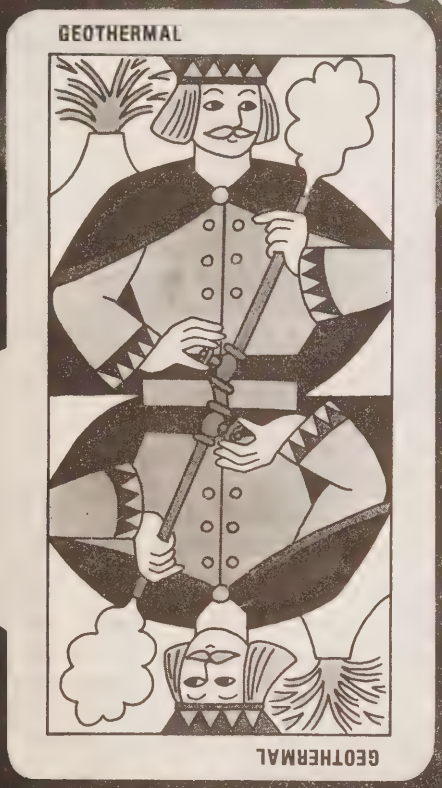
CONCLUSION

Les témoignages recueillis par le Comité indiquent clairement que la fusion sera exploitée dans des centrales commerciales au début du 21e siècle. Bien que le Comité ne puisse déterminer exactement à quel moment le système énergétique du Canada nécessitera l'apport de l'énergie de fusion, il estime que le Canada aurait beaucoup à gagner d'une participation au Programme international de commercialisation de la fusion. Le Canada ne saurait profiter de ces avantages tant qu'il n'aura pas augmenté le financement accordé à la recherche et au développement dans ce domaine.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande que le gouvernement fédéral adopte le programme de dépenses proposé par le Comité consultatif du CNR sur la recherche en matière de fusion. Sur la période de cinq ans qui englobent les années financières 1980-81 à 1984-85, cela représente des dépenses d'environ $54 millions (en dollars constants de 1979). Une étude indépendante devrait être effectuée au cours de la troisième année du programme et au bout de cinq ans, dans le but d'en déterminer l'efficacité.

Geothermal Energy



1. THE NATURE OF GEOTHERMAL ENERGY

In its broadest context geothermal energy refers to the natural heat of the Earth. In the restricted sense of an alternative energy form available to man, it refers to useful energy that can be extracted from naturally occurring steam and hot water found in the Earth's volcanic zones, in geologically young mountain belts and in deep sedimentary basins. Several sources of internal heating have been recognized but heat generated in the decay of radioactive elements is considered to represent the principal contribution to the Earth's thermal budget.

Heat is energy in transit from a higher-temperature environment to a lower-temperature one, in this case from the interior to the surface of the planet (with subsequent radiation into space). In total, the Earth's thermal energy transfer represents an enormous ability to do work — a potential observed in such forms as earthquakes, volcanism and mountain-building. For example, the power generated by the Mount St. Helens eruption in Washington State, during the nine hours of activity on 18 May 1980, has been roughly estimated at 100 times the entire U.S. electrical generating capacity (Decker and Decker, 1981). This often distressing natural activity is not randomly distributed, however, as it tends to lie along well-defined belts, with the occurrence of hot springs and geysers also indicating an elevated temperature regime.

The explanation for the intriguing distribution of this geological activity, and hence for the location of prime geothermal prospects, is contained in the theory of plate tectonics which revolutionized thinking in the earth sciences in the late 1960s. Figure 6-18 shows that the principal active volcanoes of the world typically lie near what are termed plate boundaries, the most notable

Géothermie



1. LA NATURE DE L'ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE

Au sens le plus large, l'energie geothermique se réfère à la chaleur naturelle de la Terre. Au sens plus restreint d'une forme d'énergie dont peut disposer l'homme, elle se refère à l'énergie utile que l'on peut extraire des sources naturelles de vapeur et d'eau chaude qui se trouvent dans les régions volcaniques de la Terre, dans les ceintures montagneuses d'âge géologique récent et dans les bassins sédimentaires profonds. On a recensé plusieurs sources de chauffage interne mais on considère que la chaleur produite par la désintégration d'éléments radioactifs représente la contribution principale au budget thermique de la Terre.

La chaleur est de l'énergie qui se déplace d'un milieu à haute température à un milieu à basse température, c'est-à-dire dans le cas présent, de l'intérieur de la planète à sa surface (avec rayonnement subséquent dans l'espace). Au total, les transferts d'énergie thermique de la Terre représentent un potentiel énorme, potentiel qu'on peut observer sous forme de tremblements de terre, d'activités volcaniques et de formation de montagnes. A titre d'exemple, on estime que l'énergie produite par l'éruption de Mont St. Helens, dans l'état de Washington, pendant neuf heures d'activité le 18 mai 1980, correspond environ à 100 fois la capacité totale de production d'électricité des États-Unis (Decker and Decker, 1981). Toutefois, cette activité naturelle et souvent affligeante n'est pas répartie de façon aléatoire mais tend à se manifester le long de ceintures bien définies ou la présence de sources chaudes et de geysers indique également la présence d'un régime de températures élevées.

L'explication de la répartition intrigante de cette activité géologique et, partant, de l'emplacement des principaux sites géothermiques potentiels, se trouve

exception being the immense lava outpourings that have created the Hawaiian Islands. It is not surprising therefore that much of the emphasis on developing geothermal resources has been concentrated in these higher-energy zones of the Earth's crust, in such countries as Italy, Iceland, the (western) United States, Mexico, Japan, the Philippines and New Zealand. The principal exception to this correlation has been the exploitation by several European nations of hot groundwater contained in deep sedimentary basins.

Geothermal Gradient and Heat Flow

The term geothermal gradient refers to the rate at which temperature increases with depth in the Earth. Averaged over the planet, the geothermal gradient is roughly 25° to 30°C per kilometre (approximately 15°F per thousand feet). For this reason deep mines are hotter than shallow mines and require more elaborate ventilation systems. Similarly, drilling operations become more difficult with depth as the equipment has to withstand progressively higher temperatures.

Heat flow refers to the quantity of heat crossing a unit area of the Earth's surface per unit of time — the mean thermal flux over the Earth's continental regions is about 62 milliwatts per square metre.

Plate Tectonics

Plate tectonics is the name for a theory which considers the outer layer of the Earth to be divided into a dozen or more large plates "floating" on a viscous underlayer. These plates, which may comprise both continental and oceanic rocks, move in response to poorly understood internal forces, at rates of several to ten or more centimetres per year.

Plates may move laterally past each other along boundaries termed *transform faults* (as along the San Andreas Fault system in California), or override one another at *subduction zones* (as appears to be occurring at the deep-ocean trenches in the Western Pacific and beneath the Himalayas in Asia). Ocean ridges in this scheme are zones along which new crustal material is created, with plates moving outwards from these axes of *seafloor spreading* to be reabsorbed within the Earth along the subduction zones. Figure 6-18 displays the major crustal plates.

Earthquakes can in most cases be regarded as the result of interactions at or near plate boundaries.

The Earth's average rate of heat loss over 1,000 square metres is roughly equivalent to that amount of energy required to light a 60 watt bulb. Given this low rate of delivery of heat at the Earth's surface, man searches for regions of the crust where thermal energy exists in anomalously high concentrations. Utilizing geothermal energy thus becomes a two-component problem. Where can the highest temperatures be found at the shallowest depths? And, can useful energy be extracted at a viable rate from a given geothermal "deposit"?

Five approaches to utilizing geothermal resources have been identified: (1) producing geothermal-electricity; (2) using lower-grade heat for space heating and similar applications not requiring the conversion of thermal energy to another form; (3) producing fresh water; (4) extracting minerals from geothermal brines; and (5) recovering methane from geopressured deposits. The first two of these applications are the subject of development tests in Canada.

2. ADVANTAGES AND DIFFICULTIES IN USING GEOTHERMAL ENERGY

Many advantages accrue to the use of geothermal energy, even considering the limited range of deposits being exploited today.

- Land disturbance is less than for most other energy alternatives and restoration is comparatively easy.
- Geothermal development does not require large quantities of materials and energy, and the entire operation is localized.
- With a moderate degree of effort, the environmental impact of geothermal development should be minor.
- Geothermal energy is available continuously and can provide base-load power, giving it an inherent advantage over such intermittent sources as solar, wind and tidal energy.
- Low-temperature heat from geothermal deposits is directly usable in such applications as space heating and crop production, providing an efficient match between energy source and end use.
- As potentially exploitable deposits occur in more diverse geological environments than does petroleum, for example, geothermal energy may afford certain countries economic and political benefits.
- The technology for geothermal development is not as sophisticated as that required for energy sources such as nuclear fission, thus it may be a more appropriate option for many developing countries.
- Geothermal powerplants are limited in size and are easier to incorporate into small electric power systems

dans la théorie de la tectonique des plaques, théorie qui a complètement transformé les sciences géophysiques à la fin des années 60. La Figure 6-18 montre que les principaux volcans en activité dans le monde se trouvent aux limites de deux plaques, l'exception la plus notoire étant les énormes épanchements basaltiques qui ont créé les îles Hawaï. Il n'est donc pas surprenant qu'une grande partie de la prospection des ressources géothermiques se soit concentrée dans ces zones de l'écorce terrestre, dans des pays comme l'Italie, l'Islande, l'ouest des États-Unis, le Mexique, le Japon, les Philippines et la Nouvelle-Zélande. La principale exception à cette règle a été l'exploitation, par plusieurs pays européens, des aquifères chauds que l'on rencontre dans les bassins sédimentaires profonds.

Gradient géothermique et flux thermique

Le gradient géothermique sert à mesurer l'échauffement qui se produit quand on s'enfonce dans la Terre. Le gradient géothermique moyen pour l'ensemble du globe est de 25 à 30° C par kilomètre (c'est-à-dire environ 15° F par millier de pieds). C'est pourquoi les mines profondes sont plus chaudes que les mines moins profondes et exigent des systèmes de ventilation plus élaborés. Les opérations de forage deviennent également plus difficiles à mesure qu'on descend dans la Terre, l'équipement devant supporter des températures de plus en plus élevées.

Le flux thermique se réfère à la quantité de chaleur qui traverse une unité de surface (à la surface du globe) par unité de temps. Sur les parties continentales du globe, le flux thermique moyen est d'environ 62 milliwatts par mètre carré.

Tectonique des plaques

La tectonique des plaques est une théorie selon laquelle l'écorce terrestre est divisée en une douzaine de grandes plaques «flottant» sur le magma. Ces plaques, qui peuvent comprendre à la fois des roches continentales et des roches océaniques, se déplacent sous l'action de forces internes que l'on comprend encore mal, au rythme de plusieurs centimètres (parfois dix ou plus) par an.

Les plaques peuvent se déplacer latéralement l'une le long de l'autre dans des zones appelées «*failles transformantes*» (comme le long de la faille de San Andrea en Californie) ou passer l'une sur l'autre dans des «*zones de subduction*» (comme cela semble être le cas dans les profondes tranchées océaniques de l'ouest du Pacifique et sous l'Himalaya en Asie). Selon cette théorie, les dorsales océaniques sont des zones où se forment de nouveaux matériaux de la croûte, de sorte que les plaques s'éloignent de ces axes «*d'expansion du fond marin*» pour être ensuite absorbées dans la Terre le long des zones de subduction. La Figure 6-18 indique les principales plaques de l'écorce.

Dans la plupart des cas, on peut considérer que les tremblements de terre sont le résultat d'interactions dans les zones où les plaques se rencontrent.

La diffusion moyenne d'énergie thermique de la Terre sur une superficie de 1,000 mètres carrés est plus ou moins équivalente à l'énergie requise par une ampoule électrique de 60 watts. Étant donné le taux relativement lent de la transmission de la chaleur à la surface de la Terre, on recherche des zones d'anomalie dans l'écorce terrestre où l'énergie thermique est plus concentrée. L'utilisation de l'énergie géothermique devient donc un problème à deux volets. Où peut-on trouver les températures les plus élevées aux profondeurs les moins importantes? Peut-on extraire de l'énergie utile en quantités rentables d'un gisement géothermique donné?

On a trouvé cinq façons d'utiliser les ressources géothermiques: (1) la production d'électricité géothermique; (2) l'utilisation des gisements de basse énergie pour le chauffage et d'autres applications ne nécessitant pas la conversion de l'énergie thermique en une autre forme d'énergie; (3) la production d'eau douce; (4) l'extraction de minéraux contenus dans la saumure géothermique; et (5) la récupération du méthane se trouvant dans les gisements géocomprimés. Les deux premières applications font l'objet d'essais de développement au Canada.

2. AVANTAGES ET DIFFICULTÉS DE L'UTILISATION DE L'ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE

L'emploi de l'énergie géothermique comporte de nombreux avantages, même si l'on considère le petit nombre de gisements aujourd'hui en exploitation.

- L'exploitation de cette énergie affecte moins les terrains que la plupart des autres énergies de remplacement et la restauration des terrains est relativement facile.
- La prospection géothermique n'exige pas de quantités importantes de matériaux et d'énergie et toutes les opérations sont localisées.
- Les effets des projets géothermiques sur l'environnement devraient être minimes pour un effort modéré.

Figure 6-18 THE LOCATION OF PRINCIPAL ACTIVE VOLCANOES AND HIGH-ENERGY ZONES IN THE EARTH'S CRUST



Source: From EARTH, Second Edition, by Frank Press and Raymond Siever. W.H. Freeman and Company. Copyright © 1978.

Figure 6-18: PRINCIPAUX VOLCANS EN ACTIVITÉ DANS LE MONDE ET ZONES DE HAUTE ÉNERGIE DANS L'ÉCORCE TERRESTRE



Source: d'apres Earth, deuxieme édition, par Frank Press et Raymond Siever. W.H. Freeman and Company. Droit auteur © 1978.

Classifying Geothermal Resources

No generally accepted classification of geothermal resources has yet emerged. To review Canada's geothermal potential we have adopted the following categorization:

HYDROTHERMAL DEPOSITS

Convecting Systems

dry-steam systems
hot-water systems

Sedimentary Reservoirs

Geopressured Deposits

HOT, DRY ROCK DEPOSITS

MAGMA SYSTEMS

Hydrothermal deposits are any underground system of hot water and/or steam contained in fractured or porous rocks. In convecting systems, heat is transferred by the circulation of water or steam rather than by thermal conduction through solid rock (conduction being a very much slower process of heat transfer). Convection can occur in highly permeable or fissured rocks, with heated fluids rising in part of the system and denser cooler fluids descending elsewhere. Hydrothermal convecting systems can in turn be subdivided into dry-steam and hot-water systems.

Dry-steam deposits produce superheated steam with little or no associated liquid and, while rare, represent the best opportunity for the production of electricity since steam can be piped directly into a turbine. The Geysers field in northern California is a dry-steam reservoir with the greatest geothermal-electric potential of any deposit yet discovered.

Much more commonly, convecting systems are controlled by circulating hot water. Those containing water above 150°C are candidates for electric power production, with cooler deposits being better suited for space and process heating. Examples of hot-water systems being exploited for electric generation are Wairakei in New Zealand and Cerro Prieto in Mexico. An example of a lower-temperature system being tapped is that underlying Reykjavik in Iceland where geothermal water is used for space heating.

Sedimentary sequences thousands of metres thick have accumulated in many regions of the world and these reservoirs may contain huge volumes of water warmed simply by the normal increasing of temperature with depth. As water temperatures are characteristically less than 100°C, these geothermal deposits are often referred to as warm-water fields. In contrast to the fluids in convecting systems, the water in deep sedimentary reservoirs is typically slowly circulating or virtually static. Warm-water fields have been utilized in Hungary and the Soviet Union for many years, principally for space heating and in agriculture.

Geopressured systems, or reservoirs of abnormally high pressure, are also a form of sedimentary deposit. Their characteristics and potential for exploitation are sufficiently different, however, to warrant separate consideration. The presence of natural gas in certain of these deposits increases the incentive to develop them.

Hot, dry rock deposits are the second major category of geothermal resource. In some areas of the world rock masses of elevated temperature are found at shallow depths and there are two explanations for such rocks being hotter than normal. Geologically recent intrusions of molten material into the Earth's crust may have taken place with these intrusions raising the temperature of surrounding crustal rocks. Or the rock mass may contain above-average concentrations of radioactive elements. If the rocks described contain little or no water, the system is said to be dry and exploitation of the energy is made difficult because a heat transport medium is lacking. If a practical method of extracting the thermal energy is developed, the potential of this resource will be very large.

Magma systems are emplacements of molten rock in the Earth's crust, ranging in temperature from about 600° to 1,500°C (roughly 1,100° to 2,700°F). The energy contained in such systems is immense but the problems in extracting it are formidable, and exploitation of magmatic heat is still hypothetical.

Present commercial developments exploit either convecting systems or sedimentary reservoirs. Geopressured deposits and hot, dry rock deposits are expected to be utilized commercially before the end of the century, but magma systems do not hold any near-term prospect for use.

than are central generating stations where economies of scale dictate larger units. Even smaller geothermal-electric generating devices (portable, self-contained power conversion systems in the one to ten megawatt range) are being considered for operation at geothermal wellheads.

Classification des ressources géothermiques

Aucune classification générale des ressources géothermiques n'a encore été acceptée. Pour passer en revue le potentiel géothermique du Canada, nous avons adopté la classification ci-après.

GISEMENTS GÉOTHERMIQUES

—Systèmes de convection

systèmes de vapeur sèche
systèmes de vapeur humide

—Bassins sédimentaires
—Gisements géocomprimés

GISEMENTS DE ROCHES CHAUDES ET SÈCHES

SYSTÈMES DE MAGMA

Les gisements hydrothermiques comprennent tout réseau souterrain d'eau chaude ou de vapeur que l'on trouve dans les roches fracturées ou poreuses. Dans les systèmes de convection, la chaleur est transmise par la circulation de l'eau ou de la vapeur plutôt que par conduction thermique à travers la roche (cela étant un type de transfert thermique bien plus lent). Ce phénomène de convection peut se produire dans les roches perméables ou fissurées où les fluides chauffés remontent une partie du système tandis que les fluides plus denses et plus froids redescendent ailleurs. Les systèmes de convection hydrothermique peuvent se subdiviser en systèmes à vapeur sèche et systèmes à vapeur humide.

Parfois, bien que très rarement, un réservoir géothermique produira de la vapeur surchauffée entraînant peu ou pas de liquide. Ces rares gisements de vapeur sèche sont les plus intéressants pour la production d'électricité car on peut employer la vapeur directement dans les turbines pour produire l'électricité. Le champ des Geysers du nord de la Californie est un gisement de vapeur sèche qui a un plus grand potentiel géothermique-électrique que tout autre gisement découvert jusqu'à présent.

Bien plus souvent, les systèmes de convection sont régis par la circulation d'eau chaude. Les gisements contenant de l'eau à plus de 150° C peuvent servir à la production d'électricité tandis que les gisements plus tièdes peuvent servir au chauffage résidentiel et industriel. On trouve des gisements d'eau chaude exploités pour produire de l'électricité à Wairakei en Nouvelle-Zélande et à Cerro Prieto au Mexique. Au nombre des gisements moins chauds en exploitation, citons le système de Reykjavik en Islande où l'eau géothermique sert au chauffage des habitations.

Des horizons sédimentaires atteignant des milliers de mètres de profondeur se sont accumulés dans de nombreuses régions du globe et ces réservoirs peuvent contenir d'énormes volumes d'eau réchauffée par le simple fait que la température augmente avec la profondeur. Comme la température de l'eau est généralement inférieure à 100° C, ces gisements géothermiques sont le plus souvent appelés nappes d'eau chaude. Contrairement aux fluides des systèmes de convection, l'eau des réservoirs sédimentaires profonds ne circule que lentement ou est virtuellement statique. Des nappes d'eau chaude sont exploitées en Hongrie et en Union soviétique depuis de nombreuses années, principalement pour le chauffage urbain et l'agriculture.

Les gisements géocomprimés ou dépôts à pression anormalement élevée sont une autre forme de réservoir sédimentaire. Toutefois, leurs caractéristiques et leur potentiel d'exploitation sont suffisamment différents pour qu'on les examine à part. La présence de gaz naturel dans certains de ces gisements ne peut qu'en encourager la prospection.

Passons maintenant au second groupe de ressources géothermiques, les gisements de roches chaudes et sèches. Dans certaines régions du globe, on trouve à faible profondeur des masses rocheuses à gradient géothermique élevé. Deux raisons sont offertes pour expliquer pourquoi ces roches sont plus chaudes. Des matériaux en fusion peuvent avoir pénétré l'écorce terrestre dans un passé géologique récent. Ces matériaux élèvent la température des roches de l'écorce avoisinantes. Ou encore, la masse rocheuse peut contenir des concentrations anormales d'éléments radioactifs, au point que la chaleur de la désintégration radioactive crée une anomalie géothermique. Si les roches en question contiennent peu ou pas d'eau on dit que le système est sec. L'exploitation de cette forme d'énergie est freinée par le fait qu'on ne dispose d'aucun moyen efficace pour transformer la chaleur. Si l'on pouvait mettre au point une méthode pratique et économique d'extraction de l'énergie thermique des roches chaudes et sèches, on aurait là une ressource très importante.

Les systèmes de magma sont des emplacements de roche en fusion dans l'écorce terrestre. La température de la roche en fusion se situe entre 600 et 1500° C (environ 1100 et 2700° F) et l'énergie que contiennent les systèmes de magma est immense. Les problèmes d'extractions sont toutefois considérables et l'exploitation de la chaleur du magma est encore hypothétique.

Seuls les systèmes de convection ou les réservoirs sédimentaires font actuellement l'objet d'une exploitation commerciale. On s'attend toutefois à une utilisation commerciale des gisements géocomprimés et des gisements de roches chaudes et sèches avant la fin du siècle. On ne voit aucune possibilité d'exploiter les systèmes de magma dans un proche avenir.

Many of the difficulties involved in using geothermal energy are technical or economic in nature. The environmental impact is generally local and may be controlled with proper planning. Impediments to geothermal resource usage are listed below.

- Drilling for geothermal resources is more difficult than drilling for petroleum because of the higher temperatures encountered, accelerated wear on equipment, increased danger of blowouts, and more frequent loss of drilling fluids.
- The lack of knowledge about the production characteristics and longevity of geothermal reservoirs makes the economic analysis of geothermal exploitation difficult.
- Land subsidence from the withdrawal of subsurface fluids can be a significant problem. (This phenomenon is well known in petroleum production and, in sensitive areas, water is reinjected to replace the oil produced, thus preventing most of the subsidence.) In New Zealand's Wairakei field, where geothermal water is discharged into a river rather than reinjected, maximum subsidence has exceeded 3.7 metres (12 feet) and an area of more than 65 square kilometres (25 square miles) has been affected.
- Geothermal development produces high noise levels locally, especially in dry-steam fields.
- Water pollution can occur in any phase of development, as toxic or highly saline geothermal fluids are capable of contaminating surface waters or the groundwater supply.
- Geothermal fluids typically contain gaseous substances which can cause serious local air pollution problems and the requirement for advanced emission control systems can make exploitation of a geothermal deposit substantially more expensive.
- Low system efficiencies (in the conversion of thermal energy to electrical energy) result in geothermal powerplants emitting large quantities of waste heat per unit of electric power generated. A typical generating unit in The Geysers, for example, requires roughly 785 megawatts of thermal energy to produce 110 electrical megawatts, a conversion efficiency of about 14%.
- Pressurized hot water can dissolve surprisingly large quantities of material which may cause rapid scaling in or severe corrosion of the plumbing in geothermal facilities. Thus maintenance and ultimate project costs are raised.
- The exploitation of geothermal energy must take place locally as the cost of transporting steam or hot water rapidly exceeds the value of their recoverable energy.
- Geothermal power provides no siting options, unlike more conventional energy technologies, because the plant must be near the reservoir. This means geothermal development may result in land-use conflicts in areas which also have recreational value or scenic appeal.
- Geothermal development for electric power production is a costly endeavour with existing technology. While electricity derived from dry-steam deposits is economically attractive today, power produced from the much more commonly occurring hot-water systems is often not competitive.
- Legal and institutional problems can impede development of this resource, as has occurred in the United States.

3. INTERNATIONAL AND CANADIAN DEVELOPMENT

Many nations are investigating the potential of geothermal energy, both for electrical and non-electrical applications, but this source is only exploited on a minor scale today (Tables 6-11 and 6-12). The U.S.S.R. makes the greatest non-electrical use of the Earth's heat while almost half of the world's geothermal-electric capacity lies in California. The contribution of geothermal resources to the world energy picture will remain small in this century, although in certain regions it promises to become quite significant.

Table 6-11: INSTALLED GEOTHERMAL-ELECTRIC CAPACITY IN 1980

Unit: Electrical megawatts.

	INSTALLED CAPACITY
United States	1,000
Mexico	153
Japan	218
Italy	455
Iceland	64
El Salvador	60
New Zealand	203
Philippines	58
U.S.S.R.	5
Republic of China	3
WORLD TOTAL	2,219

Source: Stock, 1981.

- Comme l'énergie géothermique est disponible sans interruption, elle peut fournir une énergie de charge minimale, ce qui lui donne un avantage inhérent par rapport aux autres formes d'énergie comme l'énergie solaire, l'énergie éolienne et l'énergie marémotrice.
- La chaleur des gisements géothermiques à basse énergie peut être directement utilisée pour le chauffage et l'agriculture, offrant un excellent mariage des sources d'énergie et des applications.
- Comme on trouve des gisements géothermiques exploitables dans des formations géologiques plus diverses que ce n'est le cas pour le pétrole, par exemple, l'énergie géothermique peut apporter des avantages économiques et politiques à certains pays.
- La technologie de l'énergie géothermique n'est pas aussi complexe que celle d'autres formes d'énergie comme la fission nucléaire, ce qui en fait une option plus appropriée pour de nombreux pays en voie de développement.
- Les centrales géothermiques sont de dimensions limitées et sont plus faciles à intégrer dans de petits réseaux d'alimentation électrique que ne le serait une grande centrale qui doit avoir des dimensions plus importantes afin de permettre des économies d'échelle. On envisage même d'employer de petites génératrices géothermiques-électriques (systèmes de conversion d'énergie portatifs et autonomes produisant de un à dix mégawatts) pour exploiter l'énergie géothermique.

Un bon nombre des difficultés que présente l'exploitation de l'énergie géothermique sont de nature technique ou économique. L'effet sur l'environnement est généralement local et peut être contrôlé de façon satisfaisante avec une planification adéquate. Les obstacles à l'emploi de l'énergie géothermique sont les suivants:

- Le forage est plus difficile que dans le cas du pétrole en raison des hautes températures rencontrées, de l'usure accélérée de l'équipement, du plus grand risque d'éruption et en raison de la perte de circulation plus fréquente des fluides de forage.
- Il reste encore beaucoup à apprendre en général sur les caractéristiques de production et sur la longévité des réservoirs géothermiques. Ce manque de connaissances rend difficile toute analyse économique de l'exploitation géothermique.
- L'affaissement de terrains causé par la disparition des fluides souterrains peut poser un problème d'envergure. (Ce phénomène est bien connu dans la production du pétrole et, dans les zones affectées, on injecte de l'eau pour remplacer le pétrole soutiré pour enrayer en grande partie les problèmes de subsidence.) Dans le champ de Wairakei en Nouvelle-Zélande, où l'eau géothermique est déchargée dans une rivière au lieu d'être réinjectée dans la formation, la subsidence maximale a dépassé 3.7 m (12 pieds) et une zone de plus de 65 kilomètres carrés (25 milles carrés) a été affectée.
- L'exploitation de l'énergie géothermique est très bruyante à l'échelle locale, notamment dans les gisements de vapeur sèche.
- La pollution de l'eau peut se produire dans n'importe quelle phase de l'exploitation géothermique car les eaux géothermiques nocives ou très salines peuvent contaminer les eaux de surface ou l'aquifère.
- Les fluides géothermiques contiennent en général des substances gazeuses qui peuvent causer des problèmes locaux de pollution atmosphérique et la nécessité d'avoir des systèmes avancés de contrôle des émissions peut rendre plus coûteuse l'exploitation d'un gisement géothermique donné.
- En raison du faible rendement des systèmes (dans la conversion de l'énergie thermique en énergie électrique), les centrales géothermiques émettent de grandes quantités de chaleur perdue par unité de courant électrique produite. Une unité type des Geysers utilise environ 785 mégawatts d'énergie thermique pour produire 110 mégawatts électriques, ce qui constitue un rendement de conversion d'environ 14%.
- Sous pression, l'eau chaude peut dissoudre des quantités surprenantes de matériaux qui peuvent être extrêmement corrosifs ou entraîner l'incrustation des éléments de plomberie dans l'installation géothermique. Les coûts d'entretien et, en conséquence, ceux du projet seront donc plus élevés.
- L'exploitation de l'énergie géothermique doit se faire sur place car le coût du transport de la vapeur ou de l'eau chaude devient rapidement supérieur à la valeur de l'énergie disponible.
- Contrairement aux autres sources d'énergie, l'énergie géothermique n'offre pas d'option de localisation: la centrale doit se trouver près du réservoir. L'exploitation géothermique peut donc entraîner des conflits d'utilisation des terres dans les régions à vocation récréative ou les régions ayant une certaine beauté naturelle.
- Du point de vue de la production d'énergie électrique, l'exploitation géothermique est une entreprise coûteuse, étant donné l'état actuel de la technologie. L'électricité produite à partir de gisements de vapeur sèche est aujourd'hui une proposition intéressante mais l'électricité géothermique produite à partir des gisements d'eau chaude que l'on trouve en plus grand nombre, reste encore trop chère le plus souvent.
- Des problèmes juridiques et administratifs peuvent retarder l'exploitation de cette ressource comme cela a été le cas aux États-Unis.

Table 6-12: NON-ELECTRICAL USE OF GEOTHERMAL ENERGY IN 1979

Unit: Thermal megawatts.

COUNTRY	RESIDENTIAL & COMMERCIAL	AGRICULTURAL	INDUSTRIAL
United States	75	5	5
Italy	50	5	20
New Zealand	50	10	150
Japan	10	30	5
Iceland	680	40	50
U.S.S.R.	120	5,100	—
Hungary	300	370	—
France	20	—	—
Republic of China	—	100	—

Source: Stock, 1981.

The United States looks to a rapid expansion of its geothermal-electric capacity in The Geysers field in the 1980s, after having encountered difficulties in the past decade. As of October 1980, there were 928 electrical megawatts of installed capacity in this field, embodied in 15 generating units and representing an investment of approximately $2 billion. The Geysers already supplies about one-half of San Francisco's electricity and ultimate generating capacity may exceed 4,000 megawatts. The Geysers represents the lowest cost new generating capacity in California today and supplies about 2% of the State's electricity. Development of geothermal deposits for both electric power production and for heat is proceeding in many western states and the 1980s will see rapidly growing use of this energy resource.

Iceland uses geothermal resources for space heating, serving most of the population. Japan makes limited use of geothermal energy for electrical power generation, for space heating, at recreational spas, and in agriculture and industry. Oil price increases have led Japan to pursue an aggressive program of geothermal exploration aimed at establishing a major geothermal-electric capacity by early in the next century.

The largest geothermal development in Latin America is the 150 megawatts of generating capacity at Cerro Prieto in Mexico, expected to reach 400 MW in 1982. El Salvador's 60 MW station accounted for nearly one-third of that country's electric generation in 1977. If numerous other Latin American projects now in the feasibility stage reach fruition, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Argentina and Chile will also have geothermal-electric stations operating within ten years.

In New Zealand there is 192 megawatts of commercial geothermal-electric capacity installed in the Wairakei field, with another 150 MW capacity in the nearby Broadlands field expected to be operational by the mid-1980s. Declining pressure in the Wairakei field has forced a drop in generating output to about 145 MW at the present time and although this reduced rate of steam use has tended to stabilize power production, it apparently still exceeds the rate of reservoir recharge. An output of 100 MW is thought to be indefinitely sustainable. Approximately 8% of New Zealand's electrical energy is derived from geothermal sources.

France is developing warm-water fields in sedimentary basins and some 12,000 dwellings in the Paris Basin are heated geothermally with more in the planning stage. Unlike most geothermal schemes, this development has taken place in a region of average thermal gradient. France projects that 2% of its housing stock may be so heated by the turn of the century.

Extensive warm-water fields have heated parts of Budapest since the 1930s and the Hungarian Government is developing an extensive geothermal system for the entire city of Szeged. A longer-term goal is space heating of an additional 100,000 to 200,000 units. Warm water is also used in agricultural applications and Hungary today exploits more than 1,100 thermal megawatts of geothermal energy overall.

The Soviet Union is the world's largest user of geothermal energy for non-electrical purposes, the principal application being in agriculture. Geothermal space heating has been employed in the U.S.S.R. since 1947. In 1975, 28 geothermal fields were reported to be supplying heat to housing and to farming in several regions of the Soviet Union.

Interest in Canada's geothermal resources is a recent phenomenon and the role that this energy source will play here is not yet clear. The Earth Physics Branch of the Department of Energy, Mines and Resources is the lead agency for geothermal research. A Geothermal Studies Group has been in existence since 1962, but only recently has funding for this group increased significantly.

Research is directed towards defining the areas of geothermal potential in Canada, but a comprehensive publication outlining these resources across the country is still some time away. The Federal Government's approach is to identify the most promising areas and then to involve the relevant provincial government or utility in the development stage.

Investigation of Canada's geothermal potential is presently concentrating on two regions: a broad thermal anomaly extending through the southern Yukon and west-central British Columbia, and the Western Canada Sedimentary Basin. Eastern Canada appears less promising although there is a possibility that deposits of relatively low-temperature water may be found in association with rocks containing radioactive minerals.

The westernmost part of the country is a segment of the geologically active spine of North and South

3. DÉVELOPPEMENTS INTERNATIONAUX ET CANADIENS

De nombreux pays étudient le potentiel de l'énergie géothermique, tant pour la production d'électricité que pour d'autres applications mais cette ressource n'est encore exploitée que sur une petite échelle (Tableaux 6-11 et 6-12). Alors que l'U.R.S.S. se place au premier rang pour ce qui est des applications non électriques de cette forme d'énergie, c'est en Californie qu'on trouve près de la moitié de la capacité géothermique-électrique du monde. L'apport des ressources géothermiques au bilan énergétique mondial restera faible pendant le reste du siècle mais promet de devenir important dans certaines régions.

Après des difficultés au cours des dix dernières années, les États-Unis espèrent voir une expansion rapide de la capacité géothermique-électrique du champ des Geysers dans les années 80. En octobre 1980, ce champ avait une puissance installée de 928 mégawatts électriques, avec 15 unités en service, représentant un investissement d'environ 2 milliards de dollars. Le champ des Geysers fournit déjà presque la moitié de l'électricité de San Francisco et sa capacité de production pourrait à la longue dépasser les 4000 mégawatts. Les Geysers représentent aujourd'hui la centrale la plus économique de l'état de Californie et fournissent environ 2% de l'électricité de cet état. La prospection de gisements géothermiques pour la production d'électricité ou de chaleur se poursuit dans de nombreux états de l'ouest des États-Unis et l'exploitation de cette ressource devrait connaître un essor rapide au cours des années 80.

Tableau 6-11: PUISSANCE GÉOTHERMIQUE-ÉLECTRIQUE INSTALLÉE EN 1978

	CAPACITÉ INSTALLÉE (mégawatts électriques)
États-Unis	1,000
Mexique	153
Japon	218
Italie	455
Islande	64
El Salvador	60
Nouvelle-Zélande	203
Philippines	58
U.R.S.S.	5
République de Chine	3
TOTAL MONDIAL	2,219

Source: Stock, 1981

Tableau 6-12: UTILISATION DE L'ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE À DES FINS AUTRES QUE LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ EN 1979

PAYS	RÉSIDENTIEL ET COMMERCIAL	AGRICOLE	INDUSTRIEL
	(mégawatts thermiques)		
États-Unis	75	5	5
Italie	50	5	20
Nouvelle-Zélande	50	10	150
Japon	10	30	5
Islande	680	40	50
U.R.S.S.	120	5,100	—
Hongrie	300	370	—
France	20	—	—
République de Chine	—	100	—

Source: Stock, 1981

L'Islande utilise les ressources géothermiques pour le chauffage des habitations, la majorité de sa population étant ainsi desservie. La Japon utilise l'énergie géothermique à une petite échelle pour produire de l'électricité, pour le chauffage des habitations, pour l'agriculture et pour l'industrie et dans des stations thermales. A la suite de l'augmentation des prix du pétrole dans les années 1970, le Japon poursuit un programme intensif de recherches géothermiques visant à mettre en place une puissance géothermique-électrique de 50,000 MW au début du 21e siècle.

En Amérique latine, la plus grande exploitation géothermique est celle de la centrale d'une capacité de 150 mégawatts à Cerro Prieto au Mexique. On s'attend à ce que le champ de Cerro Prieto atteigne une capacité de 400 MW en 1982. En 1977, la centrale du Salvador a produit presque un tiers de l'électricité de ce pays. Si de nombreux projets, actuellement à la phase des études de faisabilité, aboutissent, le Guatemala, le Honduras, le Nicaragua, l'Argentine et le Chili auront également des centrales géothermiques-électriques en exploitation d'ici dix ans.

En Nouvelle-Zélande, la production commerciale d'électricité géothermique a atteint une capacité de 192 MW dans la nappe de Wairakei et on s'attend à une capacité supplémentaire de 150 MW quand le champ adjacent de Broadlands sera en service vers 1985. La baisse de la pression dans la nappe de Wairakei a obligé

America. While this zone is characterized by earthquake activity, current (or geologically recent) volcanism, hot springs and zones of high heat flow, there is a lack of the associated features (mud pots, alteration zones, boiling water) commonly found near producing geothermal fields. The geothermal potential of this region of Canada has been described as follows:

> ...The possibility of finding a dry steam field such as Larderello or The Geysers in Canada seems extremely remote. Such fields are invariably associated with surface leakage of steam or boiling water. Even the smallest surface expression of such thermal activity could not have gone unnoticed in the Canadian Cordillera where, for twenty years, an aggressive mineral exploration industry has used helicopters to scout the landscape...
>
> It seems realistic to hope for the discovery of at least one hot water field (such as Wairakei) capable of supplying enough flash steam to generate electricity ... The most promising areas of search are broadly defined by the four belts of Quaternary volcanoes that extend across British Columbia and southwestern Yukon... (Souther, 1975, p. 266)

Studies of recent volcanism have led to the choice of the Meager Mountain area north of Vancouver for the Federal Government's first demonstration of a geothermal reservoir of volcanic origin. For the past five years the Government has been working on this project in cooperation with B.C. Hydro. The investigation first concentrated on identifying the best site for deep drilling, since the reservoir is not always found directly under the surface manifestation of the geothermal resource. If the drilling program establishes a deposit with appropriate characteristics, B.C. Hydro will assume commercial development and may have a pilot geothermal-electric plant operating by the mid-1980s. Federal funding of the Meager Mountain project came to $420,000 in FY 1980-81 and is set at $325,000 in 1981-82.

No other area in the Canadian Cordillera has been studied as thoroughly as has Meager Mountain for its geothermal potential, but there are further sites of interest. Geothermal resources suitable for generating electricity may be discovered in other volcanic belts of British Columbia and the Yukon. The Mt. Edziza area in northern British Columbia looks especially promising. However, due to its remoteness, lack of a sizeable local market for the electricity and the costs involved in investigating this resource, it is unlikely that Mt. Edziza will get a high priority. This geothermal field is in Mount Edziza Provincial Park which could lead to conflicts in land use.

The other region of Canada being studied is the Western Canada Sedimentary Basin underlying most of Alberta and parts of British Columbia, Saskatchewan, Manitoba, the Yukon and the Northwest Territories. The first attempt to tap the Basin's thermal potential began when the Energy Research Unit of the University of Regina approached EMR concerning the possibility of geothermally heating a new building. The Federal Government is assisting in this venture by paying for test well drilling, in line with its objective of defining areas of exploitable geothermal potential. The heating system envisioned requires two boreholes, one to pump water to the surface and the other for its return. Results from the initial drilling were promising and the work continues. The Federal contribution to the Regina project was $17,700 in 1980-81 and is expected to be $250,000 in FY 1981-82.

To better define Canada's geothermal potential, a modest program of resource appraisal is underway, costing $592,000 in the 1980-81 fiscal year. Thus Federal expenditures in the geothermal sector in FY 1980-81 totalled slightly more than $1 million, including shared-cost projects.

CONCLUSION

The Federal Government's approach to geothermal exploitation — identifying and defining the resource while involving appropriate parties in its commercialization — is sound.

CONCLUSION

Geothermal energy will not add significantly to Canada's energy supply in this century. In the long run, however, this resource has the potential to contribute in an important way, largely in non-electrical applications, if economic extraction methods are developed.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that Federal expenditures on geothermal energy be sufficiently large to accomplish at least the following: to define the size of the geothermal resource in Canada; to promote development of this energy form, especially for space heating; and to determine the feasibility of extracting thermal energy from hot, dry rocks.

à une réduction de la production qui est maintenant de 145 MW. Le nouveau taux d'utilisation de la vapeur semble avoir stabilisé quelque peu la production d'énergie mais paraît toujours dépasser le taux de recharge du réservoir. On pense maintenir indéfiniment une production d'environ 100 MW. Environ 8% de l'énergie électrique de la Nouvelle-Zélande provient des sources géothermiques.

La France exploite des nappes d'eau chaude dans ses bassins sédimentaires et dans la région parisienne, 12,000 logements environ sont chauffés à l'énergie géothermique et on projette d'en équiper davantage. Contrairement à la plupart des plans d'exploitation géothermique, cette application se fait dans une région où le gradient géothermique est moyen. La France projette de chauffer 2% de ses logements à l'énergie géothermique avant la fin du siècle.

En Hongrie, des nappes d'eau chaude servent depuis les années 30 au chauffage de certains quartiers de Budapest et le gouvernement hongrois procède à la mise au point d'un grand réseau géothermique pour chauffer toute la ville de Szeged. A plus long terme, le gouvernement projette de chauffer entre 100,000 et 200,000 logements de plus. On utilise également l'eau chaude dans une large mesure pour l'agriculture. Au total, la Hongrie exploite aujourd'hui plus de 1,100 MW d'énergie géothermique.

L'Union soviétique est le principal utilisateur d'énergie géothermique du monde en ce qui concerne les applications autres que la production d'électricité, la principale application étant l'agriculture. Le chauffage géothermique est utilisé en U.R.S.S. depuis 1947. En 1975, on signalait que 28 nappes géothermiques fournissaient de la chaleur pour les habitations et l'agriculture dans plusieurs régions de l'Union soviétique.

Au Canada, ce n'est que récemment qu'on a commencé à s'intéresser aux ressources géothermiques et on ne sait pas encore le rôle que jouera cette forme d'énergie. La Direction de la physique du globe du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources est le principal organisme de recherche sur la géothermie. Le groupe des études géothermiques existe depuis 1962, mais ce n'est que récemment que ce groupe s'est vu octroyer des fonds de recherche plus substantiels.

La recherche est axée sur la définition des zones à potentiel géothermique au Canada bien qu'on soit encore loin de pouvoir publier un répertoire complet de ces ressources pour tout le Canada. La méthode qu'a adoptée le gouvernement fédéral consiste à recenser les zones les plus prometteuses puis de rechercher la collaboration du gouvernement provincial ou de la commission d'énergie appropriée pour le stade de la mise en exploition.

Les recherches sur le potentiel géothermique du Canada sont actuellement concentrées dans deux régions: une grande anomalie thermique qui s'étend du sud du Yukon au centre-ouest de la Colombie-Britannique et le bassin sédimentaire de l'ouest du Canada. L'Est du Canada semble moins prometteur mais il est possible qu'on trouve des gisements d'eau à température relativement basse en association avec des roches contenant des minéraux radioactifs.

La région la plus à l'ouest du pays fait partie de la dorsale d'activité géologique de l'Amérique du nord et de l'Amérique du sud. Cette zone est caractérisée par une activité sismique, par une activité volcanique actuelle (ou géologiquement récente), par des sources chaudes et des zones de flux thermique important mais on n'y trouve pas les caractéristiques (vasières, zones d'altération, eau bouillante) généralement présentes près des nappes géothermiques en production. Souther (1975, p. 266) a décrit en ces termes le potentiel géothermique de cette région du Canada:

> ... Il semble extrêmement peu probable que l'on trouve au Canada une nappe de vapeur sèche comme celle de Larderello ou des Geysers. Ces nappes sont invariablement associées à la présence de vapeur ou d'eau bouillante à la surface. Ne serait-ce que la moindre activité thermique de ce genre n'aurait pas passé longtemps inaperçue dans la Cordillère canadienne où, depuis vingt ans, l'industrie minière utilise des hélicoptères pour la prospection...
>
> Il est plus réaliste d'espérer trouver au moins une nappe d'eau chaude (comme celui de Warakei) capable de fournir suffisamment de vapeur pour produire de l'électricité... Les zones qui semblent les plus prometteuses pour les recherches sont définies par les quatre ceintures de volcans du quaternaire qui s'étendent à travers la Colombie-Britannique et dans le sud-ouest du Yukon...

L'étude du volcanisme récent en Colombie-Britannique et au Yukon a amené le gouvernement fédéral à choisir la région de Meager Mountain comme site de la première démonstration d'un réservoir géothermique d'origine volcanique. Le gouvernement travaille depuis cinq ans à ce projet avec la coopération de B.C. Hydro. Les recherches ont d'abord porté sur le choix du meilleur emplacement pour le forage en profondeur étant donné que le réservoir ne se trouve pas toujours directement au-dessous des manifestations superficielles de la ressource géothermique. Si on découvre un gisement ayant les caractéristiques appropriées, B.C. Hydro en assurera la mise en exploitation commerciale et pourrait avoir une centrale pilote en service d'ici le milieu des années 80. Le financement du projet de Meager Mountain par le gouvernement fédéral a atteint $420,000 pendant l'exercice de 1980-81 et est fixé à $325,000 pour 1981-1982.

Aucune région de la cordillère canadienne n'a été étudiée en détail pour son potentiel géothermique autant

que la zone de Meager Mountain mais on s'intéresse également à d'autres sites. On pourrait trouver des ressources géothermiques pouvant servir à la production d'électricité dans d'autres ceintures volcaniques de la Colombie-Britannique et du Yukon. La région de Mount Edziza dans le nord de la Colombie-Britannique semble particulièrement prometteuse. Cependant, en raison de l'isolement de cette région, de l'absence d'un marché local suffisant et des coûts qu'entraînerait la prospection de cette ressource, il est peu probable que le gouvernement fédéral accorde une grande priorité à ce projet. Le fait que cette nappe géothermique est situé dans le parc provincial de Mount Edziza pourrait entraîner des conflits sur le plan de l'utilisation des terres.

L'autre région du Canada qui fait actuellement l'objet d'études et qui semble présenter les meilleures possibilités de réalisation à court terme est le grand bassin sédimentaire qui se trouve sous la majeure partie de l'Alberta et certaines parties de la Colombie-Britannique, de la Saskatchewan, du Manitoba, du Yukon et des Territoires du Nord-Ouest. On a d'abord songé à exploiter le potentiel thermique de ce bassin quand l'Unité de la recherche sur l'énergie (ERU) de l'Université de Regina a approché le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources à propos de la possibilité du chauffage géothermique d'un nouveau bâtiment. Le gouvernement fédéral contribue à ce projet en finançant le forage de puits d'essai, dans le cadre de ses objectifs concernant la définition des zones à potentiel géothermique exploitable. Le système de chauffage envisagé nécessite deux trous de forage, l'un pour pomper l'eau jusqu'à la surface et l'autre pour la retourner dans la formation. Les résultats du forage initial sont encourageants et les travaux se poursuivent. La contribution du gouvernement fédéral au projet de Regina était de $17,700 en 1980-81 et devrait être de $250,000 en 1981-82.

Afin de mieux définir le potentiel géothermique du Canada, un programme de petite envergure est en cours pour évaluer les ressources. Ce programme a coûté $592,000 en 1981-81. Pendant cet exercice, le total des dépenses du gouvernement fédéral au chapitre de l'énergie géothermique s'est élevé à un peu plus d'un million de dollars, en tenant compte des projets à financement conjoint.

CONCLUSION

La façon dont le gouvernement fédéral a abordé la question de l'exploitation géothermique est bonne: identifier et définir les ressources et rechercher la participation des parties intéressées dans leur commercialisation.

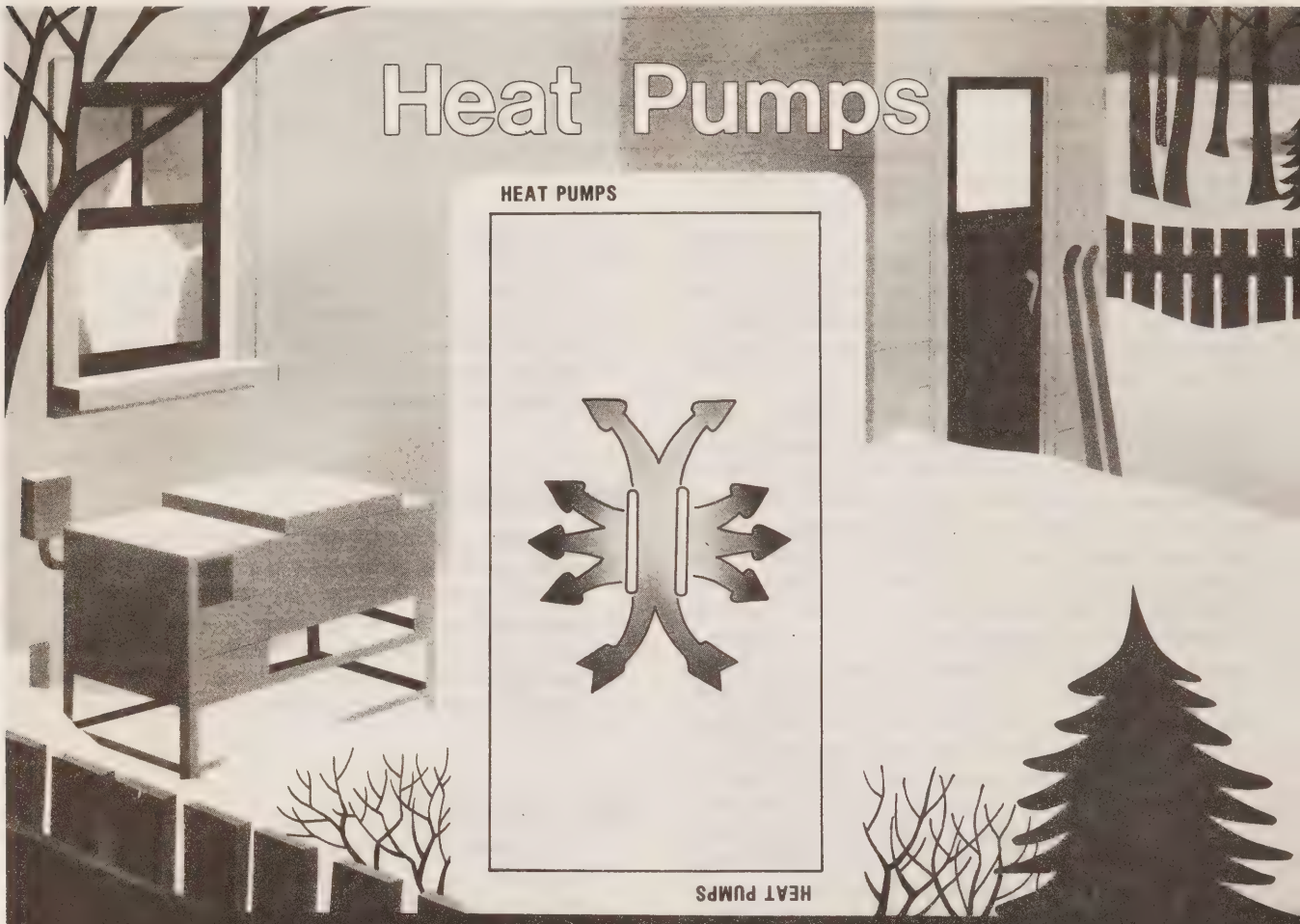
CONCLUSION

L'énergie géothermique n'apportera pas grand-chose au système énergétique du Canada pendant le reste du siècle. A long terme, cette ressource pourrait y contribuer de façon importante, notamment dans des applications autres que la production d'électricité, si l'on met au point des méthodes d'extraction économiques.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande que les dépenses engagées par le gouvernement fédéral au chapitre de l'énergie géothermique soient suffisantes pour réaliser au moins les buts suivants: définir l'importance des ressources géothermiques au Canada; promouvoir la mise en valeur de cette forme d'énergie, notamment pour le chauffage des locaux; et déterminer si l'on peut extraire de l'énergie thermique des roches chaudes et sèches.

Heat Pumps



1. HEAT PUMP TECHNOLOGY

Ordinarily, heat flows naturally from warm areas to cooler ones until an equilibrium is reached, and any mechanical system that works to reverse this flow is termed a heat pump. Refrigerators and air conditioners are the most common heat pumps, but pumps designed to heat and cool households, office buildings and industrial plants have been in service for decades and are becoming steadily more popular.

Heat pumps depend for their operation upon the fact that there is always some warmth available in the air (or water or earth) surrounding a building which can be extracted and used for heating. In most installations the exterior heat exchange takes place in the atmosphere, but this method is not the most efficient and is advantageous only in that it requires a lower capital investment than the alternatives. Heat exchange in water (where freezing is not a problem) or in soil (where feasible) is preferable because these media are not subject to the wide temperature fluctuations of the atmosphere which lower the efficiency of an air-to-air unit. In rare cases, geothermal sources (such as hot springs) may be used for heat exchange.

The operation of an air-to-air heat pump is illustrated in Figure 6-19. The heat pump consists of two units; an outdoor one which absorbs heat from the atmosphere and an indoor unit which releases this thermal energy to a building's interior. The action of many heat pumps can be reversed in summer to provide air conditioning.

Generally, heat is transferred by means of a *working fluid*, or heat transfer medium, such as freon. This fluid is piped cold from the interior of a building to the outdoor unit where it is expanded in an evaporator and changes state from a liquid to a gas. In so doing, the liquid

Pompes à chaleur



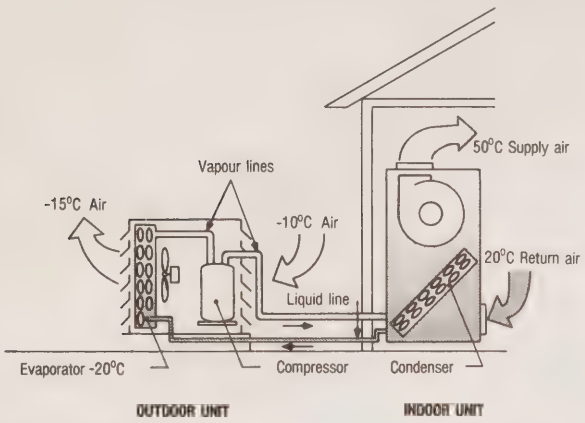
1. TECHNOLOGIE DES POMPES À CHALEUR

Dans les circonstances normales, la chaleur se propage naturellement d'un milieu chaud à un milieu froid jusqu'à la realisation d'un equilibre. Tout système mecanique destine à inverser le cours normal de ce flux porte le nom de pompes a chaleur. Les refrigerateurs et les climatiseurs constituent les applications les plus communes des pompes a chaleur, toutefois celles qui sont destinées à la climatisation et au chauffage des bâtiments résidentiels, des bureaux et des installations industrielles sont exploitées depuis des décennies et deviennent de plus en plus populaires.

Le fonctionnement des pompes à chaleur dépend du fait qu'il existe toujours dans l'air (ou l'eau ou le sol) entourant un bâtiment une certaine quantité de chaleur qui peut être captée et utilisee pour le chauffage. Dans la plupart des installations, l'échange thermique exterieur se fait dans l'atmosphere mais cette methode n'est pas la plus efficace et n'est rentable que si elle exige moins d'investissement que les autres options. L'echange thermique dans l'eau (quand le gel ne constitue pas un probleme) ou dans le sol (quand cela est faisable) est preferable parce que ces milieux ne sont pas sujets aux grandes fluctuations de temperature de l'atmosphere qui reduit l'efficacite d'un appareil air-air. Dans de rares cas, on peut avoir recours à des sources geothermiques (comme les sources chaudes) pour les échanges de chaleur

La figure 6-19 illustre le fonctionnement d'une pompe à chaleur à base d'air. La pompe à chaleur comporte deux unites: une unite exterieure qui absorbe la chaleur de l'atmosphere et une interieure qui libère cette energie thermique à l'interieur d'un bâtiment. Le fonctionnement d'un grand nombre de pompes à chaleur peut être inverse en periode d'ete afin d'assurer la climatisation.

Figure 6-19: THE ESSENTIAL COMPONENTS OF A HEAT PUMP



Source: Leslie, 1977, p. 78.

absorbs heat, its latent heat of vaporization, from the surrounding air which is in turn cooled somewhat by the process. A compressor circulates the gas back to the building where it is condensed and changes state back to a liquid, giving up its latent heat of vaporization and warming the interior air.

The Latent Heat of Vapourization

The latent heat of vapourization is the amount of energy required for a substance to change its state from a liquid to a gas. This quantity of energy is much greater than that required simply to raise or lower the temperature of the liquid. For example, to raise the temperature of one gram of water through one Celsius degree, one calorie of heat is required. To *vapourize* a gram of water at the boiling point, 540 calories are required.

This type of heat pump cycle (termed a vapour compression cycle) is by far the most common in use today. Other cycles involve the compression and expansion of air or the chemical absorption of heat and are in limited use or under development, but neither is competitive with the vapour compression cycle at present. A novel and very promising combination of a simple heat pump using water as the working fluid, with an active solar heating system using hygroscopic salts for heat storage, is discussed in the section on Solar Energy.

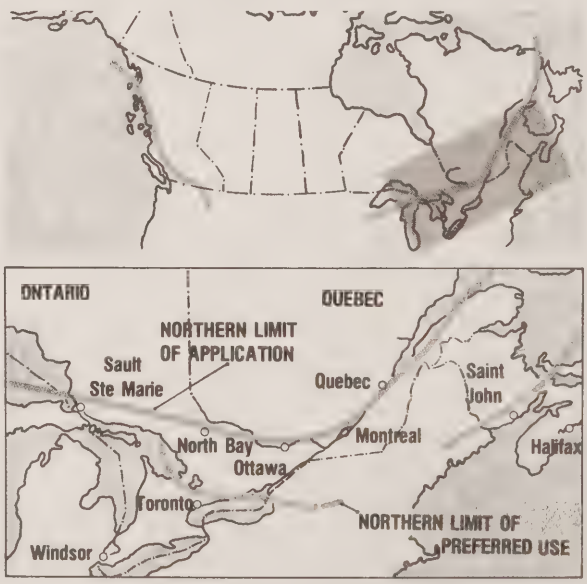
Virtually all heat pumps used today are powered by electric compressors. Alternatively, a heat engine, running on natural gas or oil, for example, can be employed to power the compressor for a heat pump, in which case the waste heat from combustion can be used to help warm the building.

2. ADVANTAGES AND DIFFICULTIES IN USING HEAT PUMPS

Heat pump efficiency is expressed by the *coefficient of performance* (COP) — the ratio of the energy delivered at the high-temperature unit to the energy supplied to the compressor. If the heat pump is being used to heat a home and the outside temperature is about 0°C, a COP of between 2 and 4 is common. This means that for every unit of electrical energy delivered to the compressor, between 2 and 4 units of heat energy are made available inside the home. High COPs are feasible with large machines pumping through small temperature differences. Such efficiencies demonstrate the major advantage in pursuing heat pump technology.

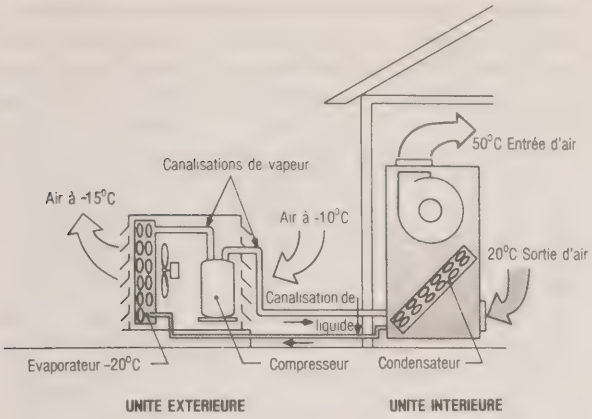
The efficiency of a heat pump declines with lower exterior temperatures, however. At a "balance point" of about 0°C (exterior) a heat pump is just equal to meeting the heating needs of the building it serves, and below that temperature heat delivered by the pump must be supplemented by some other source. It is clear then that in northern latitudes the extreme cold of winter makes the application of air-source heat pumps of limited value. Figure 6-20 shows one estimate of the approximate practical northern limit of conventional air-source heat pump use in Canada. Undoubtedly future advances in technology will push the "northern limit" line further north, and the illustrated limit does not apply to ground- and water-source heat pumps or to unconventional applications. Nevertheless, almost one-third of Canada's

Figure 6-20: NORTHERN LIMIT OF AIR-SOURCE HEAT PUMP APPLICATION IN CANADA



Source: Sandori, 1978, p. 51.

Figure 6-19: LES ÉLÉMENTS FONDAMENTAUX D'UNE POMPE À CHALEUR



Source: Leslie, 1977, p. 78.

D'une manière générale, la chaleur est transférée à l'aide d'un *fluide caloporteur* comme le fréon. Le fluide froid est pompé de l'intérieur d'un bâtiment vers l'unité extérieure où il est dilaté dans un évaporateur et passe de l'état liquide à l'état gazeux. Au cours de ce processus, le liquide absorbe de la chaleur, sa chaleur latente de vaporisation, de l'air ambiant qui est refroidi par le procédé. Un compresseur refoule le gaz vers l'immeuble où il se condense, reprend un état liquide et, en cédant sa chaleur latente de vaporisation, réchauffe l'air ambiant.

La chaleur latente de vaporisation

La chaleur latente de vaporisation est l'énergie requise par une substance pour passer de l'état liquide à l'état gazeux. Cette énergie est plus importante que celle requise par l'augmentation ou la réduction de la température du liquide. Par exemple, s'il faut une calorie pour élever d'un degré Celsius la température d'un gramme d'eau, il en faut 540 pour *vaporiser* un gramme d'eau amené au point d'ébullition.

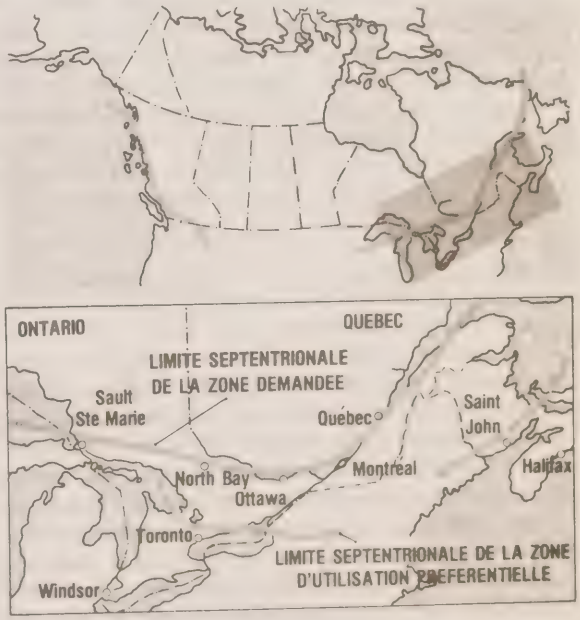
Ce cycle (appelé cycle de compression de la vapeur) est de loin le plus communément utilisé de nos jours. D'autres cycles peuvent impliquer la compression et la dilation de l'air ou l'absorption chimique de la chaleur, mais ils sont tous d'un usage limité ou en cours de mise au point et, jusqu'à date, aucun d'entre eux n'est capable de soutenir la concurrence du cycle de compression de la vapeur. On trouvera dans la section sur l'énergie solaire l'analyse d'une formule nouvelle et particulièrement prometteuse qui consiste à combiner une simple pompe à chaleur utilisant l'eau comme fluide caloporteur avec un système de chauffage solaire utilisant des sels hygroscopiques pour le stockage de la chaleur.

Pratiquement toutes les pompes à chaleur actuellement en service sont équipées de compresseurs électriques. On peut aussi se servir d'un moteur thermique alimenté au gaz naturel ou au pétrole, par exemple, pour faire fonctionner le compresseur d'une pompe à chaleur; la chaleur résiduelle de combustion sert à chauffer en partie le bâtiment.

2. AVANTAGES ET DIFFICULTÉS DE L'UTILISATION DES POMPES À CHALEUR

L'efficacité d'une pompe à chaleur s'exprime par son *coefficient de rendement* (CR) qui est le rapport de l'énergie cédée à température élevée, à l'énergie fournie au compresseur. Si une pompe à chaleur sert à chauffer une maison par une température extérieure de 0° C, le CR est généralement de 2 à 4, ce qui signifie que pour chaque unité d'énergie électrique fournie au compresseur, 2 à 4 unités d'énergie thermique sont cédées à l'intérieur de la maison. On peut réaliser des CR élevés à l'aide de pompes fonctionnant dans un milieu où les écarts de température sont faibles. Ce genre de rendement indique bien qu'il est avantageux de poursuivre les recherches sur la technologie des pompes à chaleur.

Figure 6-20: LIMITE SEPTENTRIONALE DE L'APPLICATION DES POMPES À CHALEUR À BASE D'AIR AU CANADA



Source: Sandori, 1978, p. 51

population lives in the "preferred zone", indicating that even at present the technology should be of great interest to Canadians.

Heat pumps are being used increasingly for industrial processes such as wood-drying, and the Committee anticipates that this technology will be applied more widely. The application of heat pumps is particularly advantageous where temperature differentials must be maintained within buildings. For example, heat pumps can be used to freeze the ice in skating arenas, delivering the extracted heat to warm the surrounding stands. Similarly, heat pumps may be used in community centres to warm the water of indoor swimming pools, extracting heat from the air in the building or from an adjacent skating rink. Such energy balancing probably represents one of the best short-term applications of heat pump technology.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that heat pump use in suitable community recreation complexes be encouraged and that all three levels of government investigate the potential for financial assistance in this regard.

While heat pumps are attractive because of their energy conserving characteristics, their capital and maintenance costs are presently greater than those of other systems. Moreover, since alternative fuel costs and availabilities vary across Canada, it is necessary to evaluate the economics of heat pump systems from site to site. For example, a study by Cane (1980) suggested that gas furnaces are more economical than heat pumps for new installation and retrofit in locations where natural gas is available. Similarly, economic analyses done by other workers (Kernan and Brady, 1977; Heap, 1979; Stricker, 1980) confirm that generalizations on the applicability of heat pumps are difficult to make. Where the homeowner attaches a high value to air conditioning, however, the analyses suggest that heat pump systems are economic in all major Canadian cities.

3. INTERNATIONAL AND CANADIAN DEVELOPMENT

Progress in heat pump research and development is monitored by international organizations concerned with energy supplies, including the World Energy Conference, the International Energy Agency (IEA) and the Scientific and Technical Research Committee of the European Economic Community. The International Council for Building Research Studies and Documentation publishes reviews of current research in heat pump technology applied to buildings, and the International Institute of Refrigeration includes work on a wide range of heat pump applications in its publications.

In the United Kingdom only about 500 heat pumps are installed at present, chiefly because of the lack of suitable equipment. The Electricity Council is monitoring air-source heat pumps in commercial buildings and is developing high-temperature heat pumps for industrial use. A number of organizations are investigating gas-fired units.

Residential heat pumps were introduced to France in 1970 but their mass production has not yet begun and the spread of the technology has been slow as a consequence. By the beginning of 1977, 3,100 units had been installed, of which 2,800 were in collective dwellings. A further 150 heat pumps were in service in office buildings, 350 in stores and 200 in small businesses. An important industrial application of heat pumps in France is wood-drying with over 1,000 installations in operation. The wood to be dried is placed in a chamber which is dehumidified using the cold coils of a heat pump and air which is warmed on the hot coils is returned to the dryer.

Heat pumps are the subject of active research and development in Australia, Austria, Belgium, Denmark, Eire, Finland, Italy, Japan, the Netherlands, New Zealand, Norway, Sweden, Switzerland and West Germany. Industrial applications are widespread in Europe and include drying bricks, ceramics and noodles, evaporating milk and other foods, and concentrating sugar solutions and alcoholic beverages. A special application, used only in Europe to date, is in electroplating where separate hot and cold baths are required for the various steps of cleaning, acid treatment, preparation, plating and washing. Heat pumps provide an ideal means of maintaining the necessary temperature differences.

In the United States the first large-scale heat pump application was in the Los Angeles offices of Southern California Edison Company in 1930-31 and by 1940 there were 15 commercial installations around the country. The first experiments with ground-source heat pumps were made around 1950 and in the early 1960s domestic heat pumps gained an appreciable market in the United States. Unfortunately they went out of favour because of poor reliability. For the same reason, the U.S. Armed Forces banned the use of heat pumps in military housing in 1964, a ban which remained in effect until 1975. As reliability was improved, sales picked up again in the early 1970s with reversible units gaining favour among consumers. The Department of Energy is developing a new natural gas-powered heat pump which could be on the market in the early 1980s. This kind of unit promises to exceed by about 50% the total heat energy delivered by a conventional heat pump for the same energy input.

The international market for heat pumps is expanding. For instance, the total U.S. supply of packaged units for space heating and cooling was expected to be

Le rendement d'une pompe à chaleur et la température extérieure sont inversement proportionnels. Pour une température extérieure de référence de 0° C environ, la pompe à chaleur pourvoit simplement aux besoins de chauffage du bâtiment qu'elle dessert; pour une température moindre, la chaleur cédée par la pompe à chaleur doit être augmentée par l'apport d'une autre source. Il est donc évident que dans les latitudes nordiques, le froid rigoureux de l'hiver limite énormément l'emploi des pompes à chaleur à base d'air. La Figure 6-20 montre de façon estimative les limites septentrionales des possibilités d'utilisation des pompes à chaleur classiques à base d'air au Canada. Bien sûr, les progrès technologiques pousseront ces limites plus au nord, et ces dernières ne s'appliquent pas aux pompes à chaleur basées sur des échanges thermiques dans le sol ou dans l'eau ou fondées sur des techniques innovatrices. Toujours est-il que le tiers environ de la population canadienne vit dans la «zones préférentielle», ce qui dénote que même à présent cette technologie devrait intéresser beaucoup de Canadiens.

Les pompes à chaleur sont de plus en plus utilisées par l'industrie dans des domaines comme le séchage du bois et le Comité s'attend à voir cette technologie appliquée à des domaines de plus en plus vastes. Les pompes à chaleur sont particulièrement avantageuses dans les bâtiments où l'on doit maintenir des niveaux de température différents. A titre d'exemple, elles peuvent servir à solidifier la glace d'une patinoire et, à l'aide de la chaleur dérivée de ce processus, chauffer les gradins environnants. De même, les pompes à chaleur peuvent servir à chauffer l'eau d'une piscine fermée en lui cédant la chaleur puisée dans l'air environnant ou une patinoire adjacente. Ce genre d'équilibre énergétique représente probablement l'une des meilleures applications à court terme de la technologie des pompes à chaleur.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande que l'on encourage l'emploi des pompes à chaleur dans les complexes récréatifs communautaires qui s'y prêtent et que les trois paliers du gouvernement se penchent sur la possibilité d'aide financière dans ce domaine.

Les pompes à chaleur sont intéressantes parce qu'elles réduisent sensiblement la consommation de l'énergie mais leurs coûts d'investissement et d'entretien sont actuellement plus élevés que ceux d'autres systèmes. En outre, les coûts tout comme la disponibilité des combustibles de remplacement varient considérablement au Canada, ce qui fait que l'évaluation de la rentabilité des pompes à chaleur ne peut se réaliser sans comparaisons spécifiques d'un endroit à l'autre. Par exemple, Cane (1980) suggère dans son étude que les calorifères à gaz, sous réserve de disponibilité du gaz naturel, constituent un système de chauffage plus économique que les pompes à chaleur, qu'il s'agisse d'installation nouvelle ou de réfection. De même, des analyses économiques effectuées par d'autres chercheurs (Kernan et Brady, 1977; Heap, 1979; Stricker, 1980) confirment qu'il est difficile de faire des généralisations sur l'applicabilité des pompes à chaleur. Par contre, les analyses suggèrent que les pompes à chaleur sont économiques dans toutes les grandes villes du Canada où les propriétaires attachent beaucoup d'importance à la climatisation.

3. DÉVELOPPEMENTS INTERNATIONAUX ET CANADIENS

L'évolution de la recherche et du développement en matière de pompes à chaleur est surveillée par les organisations internationales concernées par les approvisionnements énergétiques, notamment la Conférence mondiale sur l'énergie, l'Agence internationale de l'énergie (AIE) et le Comité scientifique et technique de la Communauté économique européene. Le Conseil international de recherche et de documentation sur les bâtiments publie des analyses des recherches actuelles sur la technologie des pompes à chaleur appliquée aux bâtiments et l'International Institute of Refrigeration inclut dans ses publications des travaux sur une large gamme d'applications des pompes à chaleur.

Au Royaume-Uni, le nombre de pompes à chaleur installées jusqu'à présent ne dépasse pas un total de 500, surtout en raison du manque d'équipement approprié. L'Electricity Council contrôle l'exploitation des pompes à chaleur à base d'air dans les bâtiments commerciaux et met actuellement au point des pompes à chaleur à haute température destinées à l'usage industriel. Un certain nombre d'organismes examinent la faisabilité des pompes à chaleur à gaz.

L'exploitation résidentielle des pompes à chaleur en France date de 1970 mais la production en masse des pompes à chaleur n'est pas encore entamée dans le pays, ce qui a ralenti le perfectionnement de la technologie. Au début de 1977, 3,100 unités étaient déjà installées, dont 2,800 dans les logements collectifs, 150 dans les édifices à bureaux, 350 dans les magasins et 200 dans les petites entreprises. L'un des principaux domaines industriels d'application des pompes à chaleur en France est le séchage du bois; plus de 1,000 unités y sont actuellement exploitées. Le bois à sécher est placé dans un local déshydraté à l'aide des serpentins de refroidissement d'une pompe à chaleur et l'air qui est chauffé par les serpentins de réchauffage est renvoyé dans le local de dessiccation.

600,000 in 1980. 1979 Canadian demand reached 5,000 units and in Germany an estimated 15,000 to 18,000 units were purchased in 1980 (Stricker, 1980). The relative sizes of these markets reflect the differing states of technological innovation as well as the market-specific needs in each area. North American applications are primarily residential and commercial, whereas the Europeans are more advanced in industrial applications.

Heat pumps are used at several Canadian kilns for drying hardwoods (softwoods are dried at much higher temperatures and suitable heat pumps are not yet available). R&D in Canada is not extensive, but Ontario Hydro is carrying out research aimed at lowering the balance point of heat pumps so as to make this technology useful at colder temperatures and in more northern latitudes. Much of this program is being sponsored by the Canadian Electrical Association which will be inviting proposals from Canadian manufacturers to produce the Ontario Hydro-designed pump.

CONCLUSION

The increasing use of heat pumps in Canada is compatible with the goals of substituting for oil and conserving energy. The decision to apply heat pump technology, however, is highly case-specific.

RECOMMENDATION

Governmental and industrial R&D in Canada should continue to refine heat pump technology. Emphasis should be placed upon penetrating commercial, residential and industrial markets and upon seeking the most effective marrying of heat pumps with other energy technologies.

Les pompes à chaleur font l'objet d'intenses activités de recherche et de développement en Australie, Autriche et Belgique, au Danemark, en Irlande, Finlande et Italie, au Japon, aux Pays-Bas, en Nouvelle-Zélande, Norvège, Suède, Suisse et Allemagne de l'Ouest. Leurs applications industrielles sont répandues en Europe dans des domaines comme le séchage des briques, de la céramique et des pâtes alimentaires, l'évaporation du lait et d'autres denrées alimentaires et la concentration des solutions sucrées et des boissons alcoolisées. Un domaine d'application spécial utilisé exclusivement en Europe jusqu'à date est le processus de l'électroplacage. En effet, dans ce processus, les étapes de nettoyage, de traitement à l'acide, d'apprêt, de placage et de lavage exigent deux bains distincts chaud et froid, et les pompes à chaleur maintiennent d'une façon parfaite les différences de température requises pour ces bains.

Aux États-Unis, la première exploitation de la pompe à chaleur sur une grande échelle eut lieu en 1930-1931 dans les bureaux de la Southern California Edison Company à Los Angeles. En 1940, le nombre d'installations commerciales aux É.-U. passait à 15. Les premiers essais des pompes à chaleur à échange thermique dans le sol eurent lieu en 1950. Au début des années soixante, les pompes à chaleur résidentielles bénéficièrent d'un marché appréciable aux États-Unis, mais ne tardèrent pas à être abandonnées à défaut de fiabilité suffisante. Pour la même raison, en 1964, les forces armées américaines interdirent l'utilisation des pompes à chaleur dans leurs projets de logement et cette interdiction est restée en vigueur jusqu'en 1975. Par la suite, la fiabilité des pompes à chaleur fut améliorée et la courbe des ventes reprit de l'essor au début des années soixante-dix, surtout pour les appareils réversibles. Le ministère de l'Énergie met au point une nouvelle pompe à chaleur à gaz naturel qui serait lancée sur le marché au début des années quatre-vingt. L'énergie calorifique totale cédée par la pompe à chaleur à gaz dépasserait de 50% environ celle d'une pompe à chaleur classique et ce, sans modifier la consommation énergétique.

Le marché international des pompes à chaleur gagne de plus en plus de terrain. Aux États-Unis par exemple, on s'attend à écouler sur le marché de 1980 un total de 600,000 unités réversibles pour le chauffage et la climatisation des locaux. En 1979, la consommation canadienne a atteint 5,000 unités et, entre ces deux situations nord-américaines, se situe l'Allemagne où la demande est évaluée pour 1980 à un total de 15,000 à 18,000 unités (Stricker, 1980, p. 5). Les dimensions relatives de ces marchés reflètent les différents degrés d'innovation technologique ainsi que les besoins spécifiques du consommateur dans chaque région. En Amérique du Nord, les domaines d'application sont en premier lieu résidentiels et commerciaux. En Europe, les applications industrielles sont à un stade plus avancé.

Au Canada, les pompes à chaleur servent à la dessiccation du bois dur (la dessiccation du bois tendre exige des températures bien plus élevées que les pompes à chaleur actuelles sont encore incapables de produire). La recherche et le développement en matière de pompes à chaleur ne témoignent pas encore d'une grande envergure au Canada. Hydro Ontario entreprend des recherches visant à réduire la température de référence des pompes à chaleur de manière à permettre leur utilisation par des températures extérieures plus froides et dans les localités situées plus au nord. La plus grande partie de ce programme est parrainée par l'Association canadienne de l'électricité qui lancera un appel d'offres aux fabricants canadiens pour la construction de la pompe à chaleur conçue par Hydro Ontario.

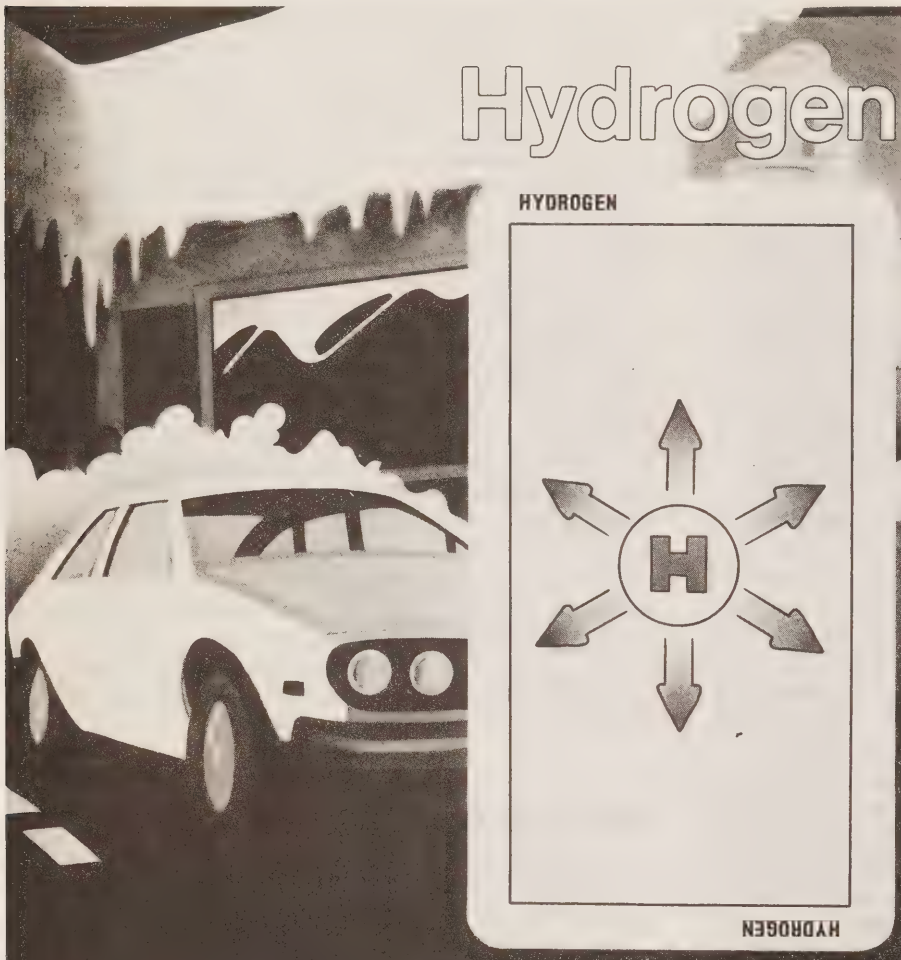
CONCLUSION

L'utilisation de plus en plus fréquente des pompes à chaleur au Canada est compatible avec les objectifs de substitution du pétrole et de conservation de l'énergie. Cependant la décision d'appliquer ou non cette technologie dépend vraiment de la situation envisagée.

RECOMMANDATION

La stratégie de R & D gouvernementale et industrielle devrait faciliter le perfectionnement de la technologie des pompes à chaleur dans le but de l'introduire sur les marchés commerciaux, résidentiels et industriels et de rechercher les moyens les plus efficaces de combiner les pompes à chaleur aux autres technologies énergétiques.

Hydrogen



1. THE NATURE OF HYDROGEN

Hydrogen (H_2) is the lightest and most abundant element in the universe. In its elemental form it is a colourless, odourless, tasteless gas which is easily ignited in air. On Earth hydrogen is always found combined with another element or elements. For example, water (H_2O) is a compound of hydrogen and oxygen, and natural gas (CH_4 or methane) is a compound of hydrogen and carbon. In order to obtain pure hydrogen, energy must be spent to separate it from the other elements with which it is combined and this is why hydrogen should not be referred to as an energy source. It is an energy carrier or currency, however, as it releases energy upon recombination with oxygen. Hydrogen is in fact a highly desirable energy currency since it can be produced from a wide variety of sources such as water, coal and natural gas. It can be generated through a number of processes and applied to a broad range of end uses.

The main consumer of pure hydrogen is the chemical industry which uses it as a raw material in the manufacture of everything from plastics to fertilizers. Another major consumer of H_2 is the petroleum refining industry where it is employed to upgrade oils (increase the ratio of hydrogen to carbon).

In addition to its use as a chemical feedstock, pure hydrogen is also an attractive fuel because it has the highest energy density per unit weight of any chemical fuel and because virtually the only by-product of its combustion in air is water. H_2 is already in limited use in some countries to fuel urban transit systems and it is also well suited for use as an aircraft fuel because of its high energy content. Residential heating systems, appliances and passenger cars can also be converted to use hydrogen.

Hydrogène



1. LA NATURE DE L'HYDROGÈNE

L'hydrogène (H_2) est le plus léger et le plus abondant des éléments. Sous sa forme élémentaire, c'est un gaz incolore, inodore et sans saveur qui s'enflamme facilement dans l'air. Sur la terre, l'hydrogène se trouve toujours mélangé à un ou plusieurs autres éléments. Par exemple, l'eau (H_2O) est un mélange d'hydrogène et d'oxygène et le gaz naturel (CH_4 ou méthane) est un mélange d'hydrogène et de carbone. Pour obtenir de l'hydrogène pur, il faut dépenser de l'énergie pour le séparer des autres éléments auxquels il est mélangé et c'est pourquoi on ne doit pas parler de l'hydrogène comme étant une source d'énergie. C'est par contre un transporteur ou une devise d'énergie, car il libère de l'énergie en se recombinant à l'oxygène. L'hydrogène est en fait une devise d'énergie très intéressante car on peut le produire à partir d'une très grande diversité de sources comme l'eau, le charbon et le gaz naturel, grâce grâce à un certain nombre de procédés et s'en servir pour une vaste gamme d'applications.

Le principal consommateur d'hydrogène pur est l'industrie chimique qui s'en sert comme matériau de base dans la fabrication d'une foule de produits allant des matières plastiques aux engrais. Un autre consommateur important est l'industrie du raffinage du pétrole qui s'en sert pour améliorer les hydrocarbures (en augmentant le rapport d'hydrogène au carbone).

En plus de servir comme charge d'alimentation dans l'industrie chimique, l'hydrogène pur constitue un combustible intéressant car il a une plus grande densité énergétique que tout autre combustible chimique et aussi du fait que le seul sous-produit de sa combustion dans l'air est l'eau. Dans certains pays on fait déjà une utilisation limitée de l'hydrogène comme combustible dans les systèmes urbains de transport en commun et c'est également un bon carburant d'aviation en raison

2. PRODUCING HYDROGEN

As the world's supplies of fossil fuels decline, there will necessarily be a shift towards sustainable energy sources. These sources can be harnessed to produce electricity via photovoltaic cells, wind conversion systems, tidal power plants or geothermal-electric generating facilities. Add to this Canada's abundance of sites for small and large hydro-electric developments, plentiful supply of uranium and mature nuclear technology and one can foresee a future in which electricity plays an increasingly important role. Some of the energy needs currently met by hydrocarbons can be satisfied by electricity; however, electrical energy is neither as easily stored nor as efficiently transported over long distances as are fossil fuels. By using electricity and the process of electrolysis to produce hydrogen, these difficulties can be largely overcome. Thus H_2 can facilitate a shift from a fossil fuel-based energy system to one based on electrical energy.

Electrolysis

Electrolysis is a process in which a direct electrical current is passed through a solution of water and a catalyst causing the water to decompose into its elemental components, hydrogen and oxygen. This reaction can be represented as follows:

$$H_2O(\text{liquid}) + \text{energy input} \rightarrow H_2(\text{gas}) + \tfrac{1}{2}O_2(\text{gas}).$$

The efficiency of the electrolysis process can be expressed as the ratio of

$$\frac{\text{heating value of } H_2 \text{ output}}{\text{electrical energy input}}.$$

Commercial electrolysis plants are in use today, primarily to generate hydrogen for ammonia production. In British Columbia, Cominco Limited operates one of the largest commercial electrolyzer plants in the world. This plant consumes 90 megawatts of power and produces about 36 tons of hydrogen per day for synthesis into ammonia. The range of efficiency in the electrolysis process in such plants is typically 57% to 72%.

It may be possible to reach efficiencies of 85% or, if operated in an endothermic (heat absorbing) mode using heat from the surroundings, efficiencies in excess of 100% may be achieved in the electrolysis cycle. This should not be confused, however, with the efficiency of the entire process which includes that part of the cycle in which the electricity itself is produced. It is this factor which limits the overall efficiency and raises the cost of producing hydrogen by electrolysis. Improving efficiency in the production and use of electricity from whatever source is clearly a fruitful area for research. An improvement in this area would enhance the opportunities for increased use of hydrogen fuel in our economy.

Today, the electrolytic process generates less than 1% of Canada's hydrogen supply. Hydrogen is produced primarily by steam reformation or partial oxidation of hydrocarbons. The process involves heating a mixture of water and natural gas or crude oil to release H_2 and is known as the "water-gas reaction". Currently, 76% of Canada's hydrogen comes from natural gas and is used principally in the synthesis of ammonia for fertilizers. Twenty-three per cent of our hydrogen is produced from liquid petroleum and is both generated and used internally by the petroleum industry in the refining process. In the future, the output of hydrogen from these methods of production is unlikely to increase as the domestic supply of both oil and natural gas declines.

There are several additional methods of producing hydrogen which are the subject of research in other countries. For example, it is possible to split water into hydrogen and oxygen by the direct application of heat. This thermal decomposition can only be achieved at temperatures of 2,500°C to 4,000°C. Such high temperatures will be available in the future if fusion reactors are developed but the direct thermal decomposition of water on a commercial scale is, in practice, impossible today.

Although the direct thermal decomposition of water may not be feasible, it is possible to achieve this end through a series of chemical reactions. A reaction sequence can be devised in which hydrogen and oxygen are produced, at lower temperatures than those required for direct thermal decomposition, by applying heat to specific chemicals. Only water is consumed and all other chemical products are recycled. Thermochemical cycles have been under investigation in many parts of the world for a number of years and a bench scale system involving a sulphur cycle has been demonstrated in Europe.

Canada, the United States, the European Economic Community and seven other countries have joined together, under the auspices of the International Energy Agency, to share in research on thermochemical hydrogen production. Canada's main effort, however, should remain with the electrolytic production of hydrogen, given our abundant supply of electric power.

There are still other methods of producing hydrogen which show a great deal of promise. Most current and proposed methods of utilizing solar energy are based on the conversion of sunlight to heat, to be used directly for space or water heating, or to electricity via silicon solar cells. However, additional steps are necessary if energy storage is required. The *photochemical* conversion of solar energy is an attractive option because it offers the potential of directly *converting* and *storing* solar energy as a chemical fuel (hydrogen).

de sa haute densité énergétique. On peut également convertir les systèmes de chauffage résidentiel, les appareils ménagers et les automobiles pour les faire fonctionner à l'hydrogène qui brûle sans résidu.

2. PRODUCTION DE L'HYDROGÈNE

A mesure que s'épuiseront les réserves mondiales de combustibles fossiles, on se tournera de plus en plus vers des sources d'énergie inépuisables. Ces sources peuvent être exploitées à l'aide de piles photovoltaïques, de systèmes éoliens, de centrales marémotrices ou de centrales géothermiques pour produire de l'électricité. Si l'on considère que le Canada dispose d'un très grand nombre de sites propices à l'aménagement de centrales hydro-électriques, grandes ou petites, d'immenses réserves d'uranium et d'une technologie nucléaire avancée, on peut prévoir un avenir où l'électricité jouera un rôle de plus en plus important. L'électricité peut satisfaire une partie des besoins énergétiques aujourd'hui satisfaits par les hydrocarbures mais l'énergie électrique ne s'emmagasine pas aussi facilement et ne se transporte pas aussi efficacement sur de longues distances que les combustibles fossiles. On peut résoudre ces difficultés en produisant de l'hydrogène par électrolyse en utilisant l'électricité. L'hydrogène pourrait ainsi faciliter le passage d'un système énergétique fondé sur les combustibles fossiles à un système basé sur l'électricité.

Électrolyse

L'électrolyse est un procédé dans lequel on fait passer un courant électrique dans une solution d'eau à laquelle on a ajouté un catalyseur, provoquant ainsi la décomposition de l'eau en ses composants élémentaires, l'hydrogène et l'oxygène. La réaction peut se représenter ainsi:

H_2O(liquide) + apport d'énergie$\rightarrow H_2$ (gaz) + $\frac{1}{2}O_2$(gaz).

Le rendement du procédé d'électrolyse peut être exprimé par le rapport suivant:

$$\frac{\text{valeur calorifique de l'hydrogène obtenu}}{\text{énergie électrique fournie}}$$

Il existe actuellement des installations commerciales d'électrolyse qui produisent surtout de l'hydrogène pour la production d'amnoniac. En Colombie-Britannique, Cominco Limited exploite l'une des centrales électrolytiques commerciales les plus grandes du monde. Elle consomme 90 mégawatts d'électricité pour produire environ 36 tonnes d'hydrogène par jour, cet hydrogène étant destiné à la synthèse de l'ammoniac. En règle générale, le rendement du procédé d'électrolyse dans des installations de ce genre se situe entre 57% et 72%.

Il est peut-être possible d'atteindre un rendement de 85% ou, si le cycle de l'électrolyse est exploité en mode endothermique (absorption de chaleur) en utilisant la chaleur du milieu ambiant, un rendement de plus de 100%. Il ne faut toutefois pas confondre ce rendement avec celui du processus entier qui comprend la partie du cycle où on produit l'électricité même. C'est là un facteur qui limite le rendement global et fait augmenter le coût de production de l'hydrogène par électrolyse. Il est évident que toute recherche sur l'amélioration du rendement de production et d'utilisation de l'électricité, quelle qu'en soit la source, ne peut qu'être utile. Une percée dans ce domaine contribuerait grandement à encourager l'utilisation de l'hydrogène comme combustible dans notre économie.

Aujourd'hui, l'hydrogène produit par électrolyse représente moins de 1% des approvisionnements du Canada en hydrogène. En effet la production d'hydrogène se fait surtout par réformage à la vapeur ou par oxydation partielle des hydrocarbures. Dans un procédé, connu sous le nom de «réaction eau-gaz», on chauffe un mélange d'eau et de gaz naturel ou de pétrole brut pour libérer l'hydrogène. Actuellement, 76% de l'hydrogène du Canada provient du gaz naturel et l'hydrogène sert surtout à la synthèse de l'ammoniac pour la production d'engrais. Vingt-trois pour cent de notre hydrogène provient du pétrole liquide et est a la fois produit et utilisé intérieurement par l'industrie du pétrole dans ses opérations de raffinage. Il est peu probable que la production d'hydrogène par ce procédé augmente à l'avenir, étant donné le déclin du pétrole et du gaz naturel.

Il existe plusieurs autres moyens de produire de l'hydrogène qui font actuellement l'objet de recherches dans d'autres pays. Il est par exemple possible de décomposer l'eau en hydrogène et oxygène par l'application directe de chaleur. Cette décomposition thermique ne peut se produire qu'à des températures de 2,500 à 4,000°C. On disposera de ces températures élevées à l'avenir si on poursuit le développement de réacteurs de fusion. Toutefois, la décomposition thermique directe de l'eau reste, sur le plan commercial, impossible aujourd'hui d'un point de vue pratique.

Alors que la décomposition thermique directe peut ne pas être faisable, il est possible d'arriver au même but par une série de réactions chimiques. On peut mettre au point une suite de réactions destinées à produire de l'hydrogène et de l'oxygène à des températures inférieures à celles requises par la décomposition thermique directe, en appliquant la chaleur à certains éléments chimiques. Seule l'eau est consommée, tous

Thermochemical Hydrogen Production

In Europe, the Joint Research Centre of the Communities (JRC) began investigating thermochemical hydrogen production in 1970. The most suitable cycles are being identified and scientists are assessing their chemistry, environmental impact and production costs. By a process of elimination, the choice in Europe has been narrowed to three sulphur cycles. Of these three, the two most promising cycles are hybrids; that is, they each include an electrochemical stage (other stages are thermochemical). One of these cycles "Mark I3" (detailed below) has been operated at the laboratory stage, producing hydrogen at a rate of 100 litres an hour. (The arrows pointing in opposite directions indicate that the reactions are reversible.) It is believed that this is the world's first demonstration of a complete thermochemical water-splitting cycle. The process takes place at temperatures in the range of 500° to 650°C.

1) $SO_2 + Br_2 + 2H_2O \rightleftarrows 2HBr + H_2SO_4$

2) $2HBr \rightleftarrows H_2 + Br_2$ (the electrochemical step)

3) $H_2SO_4 \rightleftarrows H_2O + SO_2 + \frac{1}{2}O_2$

This development puts the reaction within the bounds of the operational temperature of conventional nuclear reactors, operating in the range of 540°C to 700°C. Solar power towers are also expected to deliver high temperatures which could be used in a thermochemical reaction. All other thermochemical cycles investigated have required operating temperatures beyond this level.

The most promising photochemical reaction is the production of hydrogen and oxygen by the visible-light photolysis (splitting) of water. This can be done by living organisms or in biomimetic systems (systems which, although inspired by the mechanisms of natural photosynthesis, are entirely artificial). Some of these methods retain a part of the living photosynthetic system (for example isolated chloroplasts), others use solutions of appropriate chemicals and still others constitute what are termed photoelectrochemical cells. The first approach seems least promising because chloroplasts have a very short life span outside a living cell.

One of a number of approaches being taken internationally is that of Dr. Melvin Calvin who won the Nobel prize in 1961 for his mapping of the photosynthesis of carbohydrates. He has developed an artificial chloroplast which is less complex than a natural one but which functions in much the same way (Figure 6-21). Although the system is far from being perfected and there will undoubtedly be difficult mechanical problems encountered during development, Dr. Calvin has stated that he doesn't see any fundamental scientific difficulties with his approach.

Photochemical Hydrogen Production in Solution

As in electrolysis, water is the raw material for photochemical hydrogen production. In the presence of sunlight, atoms of a catalyst such as rhodium are excited causing them to release negatively-charged electrons which react with positively-charged hydrogen ions in solution to produce hydrogen gas. In theory, as much as 20% of the energy in sunlight could be converted into hydrogen by this process. Since rhodium (which is a rare earth element) is both scarce and expensive, some research is aimed at finding alternate catalysts, tungsten and molybdenum being two possibilities.

Much more research must be done to establish whether or not a workable photochemical fuel-generation system with its inherent advantages can be developed. This question will probably be answered within the next decade.

3. STORING HYDROGEN

Hydrogen, like natural gas, can be liquefied and stored at very cold temperatures (cryogenic storage). Liquid hydrogen is stored in vacuum-insulated flasks at about –250°C but this is not likely to be the favoured storage option when hydrogen comes into wider use. The cost of the insulated containers is one concern, but the most important limiting factor is the energy required to liquefy hydrogen in the first place — 25 to 30% of its heating value.

A more conventional method for storing small quantities of hydrogen is as a gas in high-pressure cylinders. This method of storage is both expensive and bulky since a large quantity of low-carbon steel is needed to contain a relatively small amount of hydrogen. The handling of hydrogen presents some technical difficulties which have to be taken into account. Embrittlement of metal can be a problem in all hydrogen systems, but especially at very high pressures. Hydrogen molecules are the smallest of all molecules and can diffuse into spaces between atoms in metals. This makes the metal brittle and can result in surface cracking which weakens the pipe or storage vessel. Furthermore, its small molecular size allows hydrogen gas to leak more easily than other gases from systems under pressure. Nonetheless, these technical difficulties can be overcome by careful design.

les autres produits chimiques étant recyclés. Depuis un certain nombre d'années on poursuit, dans de nombreuses parties du globe, des recherches sur les cycles thermochimiques et un système expérimental faisant intervenir un cycle du soufre a fait l'objet de démonstrations en Europe.

Production thermochimique de l'hydrogène

En Europe, le Centre communautaire de recherches (Joint Research Centre of the Communities—JRC) a commencé en 1970 à étudier la production thermochimique d'hydrogène. Il a recensé les cycles les plus intéressants et les scientifiques évaluent maintenant les facteurs chimiques, l'incidence sur l'environnement et les coûts de production. Par éliminations successives, l'Europe a arrêté son choix sur trois cycles de soufre dont les deux plus prometteurs sont en fait des solutions hybrides en ce sens qu'ils comprennent une étape électrochimique (les autres étapes étant thermochimiques). L'un de ces cycles, le «Mark 13» (voir ci-dessous) a déjà produit de l'hydrogène en laboratoire, au rythme de 100 litres à l'heure. (Les flèches dans les deux sens indiquent que la réaction est réversible.) On pense qu'il s'agit là de la toute première démonstration d'un cycle thermochimique complet de décomposition de l'eau. Le procédé se fait à des températures variant entre 500 et 650°C.

1) $SO_2 + Br_2 + 2H_2O \rightleftarrows 2HBr + H_2SO_4$

2) $2HBr \rightleftarrows H_2 + Br_2$ (étape électrochimique)

3) $H_2SO_4 \rightleftarrows H_2O + SO_2 + \frac{1}{2}O_2$

Grâce à ces réalisations, la réaction se retrouve dans la gamme opérationnelle de températures d'un réacteur nucléaire classique qui fonctionne à des températures de 540 à 700°C. On s'attend également à ce que les tours d'énergie solaire produisent des températures élevées pouvant servir dans une réaction thermochimique. Tous les autres cycles thermochimiques étudiés ont exigé des températures bien supérieures.

Sous l'égide de l'Agence internationale de l'énergie, le Canada, les États-Unis, la Communauté économique européenne et sept autres pays conjuguent leurs efforts pour poursuivre ensemble les recherches sur la production thermochimique de l'hydrogène. Toutefois, étant donné l'abondance d'énergie électrique au Canada, notre pays devrait concentrer ses efforts sur la production électrolytique d'hydrogène.

Une autre façon encore de produire de l'hydrogène s'annonce prometteuse. La plupart des méthodes actuelles ou proposées d'utilisation de l'énergie solaire se fondent soit sur la conversion du rayonnement solaire en chaleur, dans le cadre d'une utilisation directe pour le chauffage de l'eau ou de locaux, soit sur sa conversion en électricité grâce à des piles photovoltaïques au silicium. La conversion *photochimique* de l'énergie solaire constitue une option attrayante car elle offre la possibilité de *stocker* l'énergie solaire en la *convertissant* directement en carburant chimique (hydrogène).

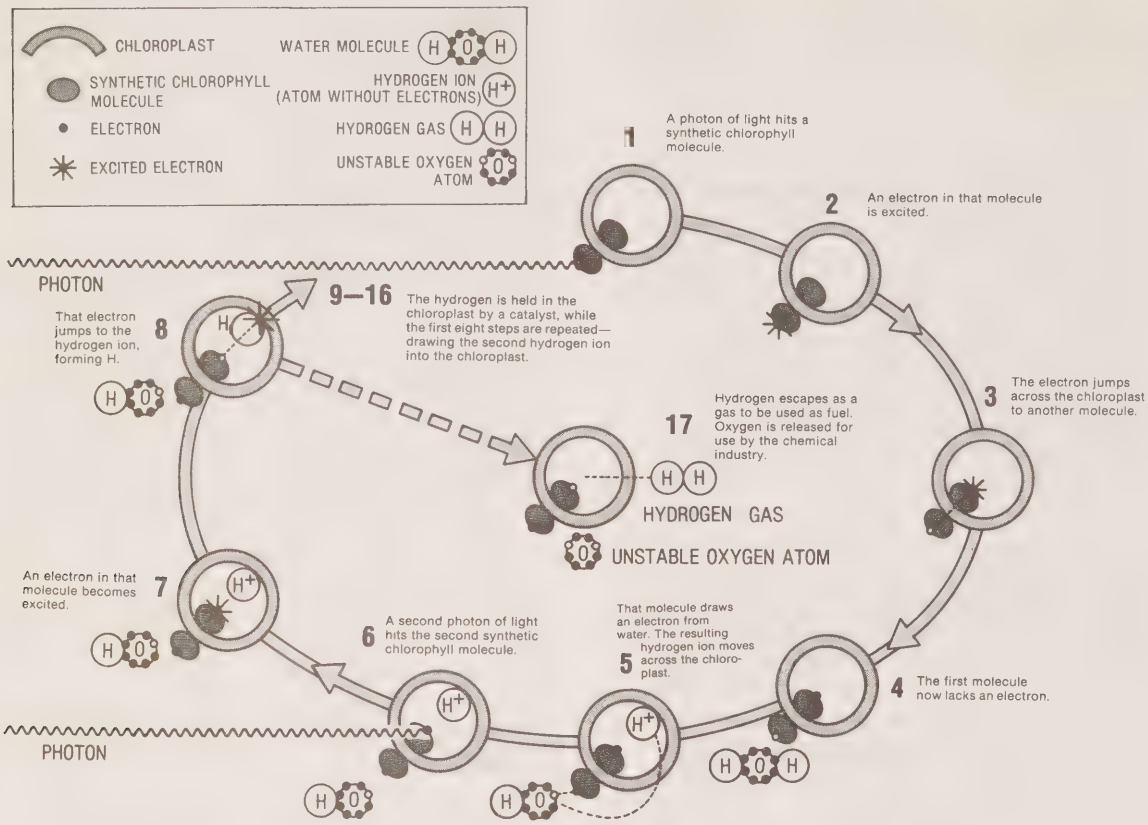
La réaction photochimique la plus prometteuse est la production d'oxygène et d'hydrogène par la photolyse de l'eau par le rayonnement lumineux visible (dissociation). On peut déclencher cette réaction au moyen d'organismes vivants ou par des systèmes biomimétiques (systèmes qui, bien qu'inspirés des mécanismes de la photosynthèse naturelle, sont entièrement artificiels). Certaines de ces méthodes font appel à une partie du cycle photosynthétique biologique (chloroplastes isolés par exemple), d'autres utilisent des solutions chimiques appropriées alors que d'autres encore passent par ce que l'on appelle des cellules photoélectrochimiques. La première de ces méthodes semble moins intéressante car les chloroplastes ne vivent que très brièvement en dehors d'une cellule vivante.

Production photochimique de l'hydrogène par solution

Comme dans le procédé électrolytique, l'eau constitue la matière première dans la production photochimique de l'hydrogène. Exposés à la lumière du soleil, les atomes d'un catalyseur comme le rhodium sont excités et libèrent des électrons à charge négative qui réagissent avec les ions d'hydrogène à charge positive se trouvant dans la solution pour produire de l'hydrogène. En théorie, on pourrait convertir jusqu'à 20% de l'énergie solaire en hydrogène en utilisant ce procédé. Comme le rhodium (terre rare) est à la fois rare et coûteux, des recherches tentent de trouver d'autres catalyseurs, le tungstène et le molybdène constituant deux possibilités.

De toutes les approches étudiées dans le monde, on relève celle du Dr Melvin Calvin qui s'est vu attribuer le prix Nobel en 1961 pour ses travaux sur la photosynthèse des glucides. Il a mis au point un chloroplaste artificiel moins complexe que les chloroplastes naturels mais qui fonctionne à peu près de la même façon (Figure 6-21). Bien que le système soit loin d'être au point et qu'il reste sans doute à résoudre de difficiles problèmes techniques, le Dr Calvin indique que son approche ne lui semble pas comporter de difficultés scientifiques fondamentales.

Figure 6-21: A BIOMIMETIC METHOD OF PRODUCING HYDROGEN



Source: After Weintraub, 1981, p. 37.

Since storage as a liquid or as a compressed gas is only suitable for comparatively small quantities of hydrogen, underground storage may represent the best approach for inexpensively containing large quantities of the gas. This seems technically feasible as natural gas has for many years been injected into depleted oil or gas reservoirs and stored until required. Any such reservoir would have to be judged on its individual characteristics. Aquifers can be used in a similar manner by displacing water with injected hydrogen. In England, Imperial Chemical Industries Limited is storing 95% pure hydrogen in solution-mined caverns in a salt deposit.

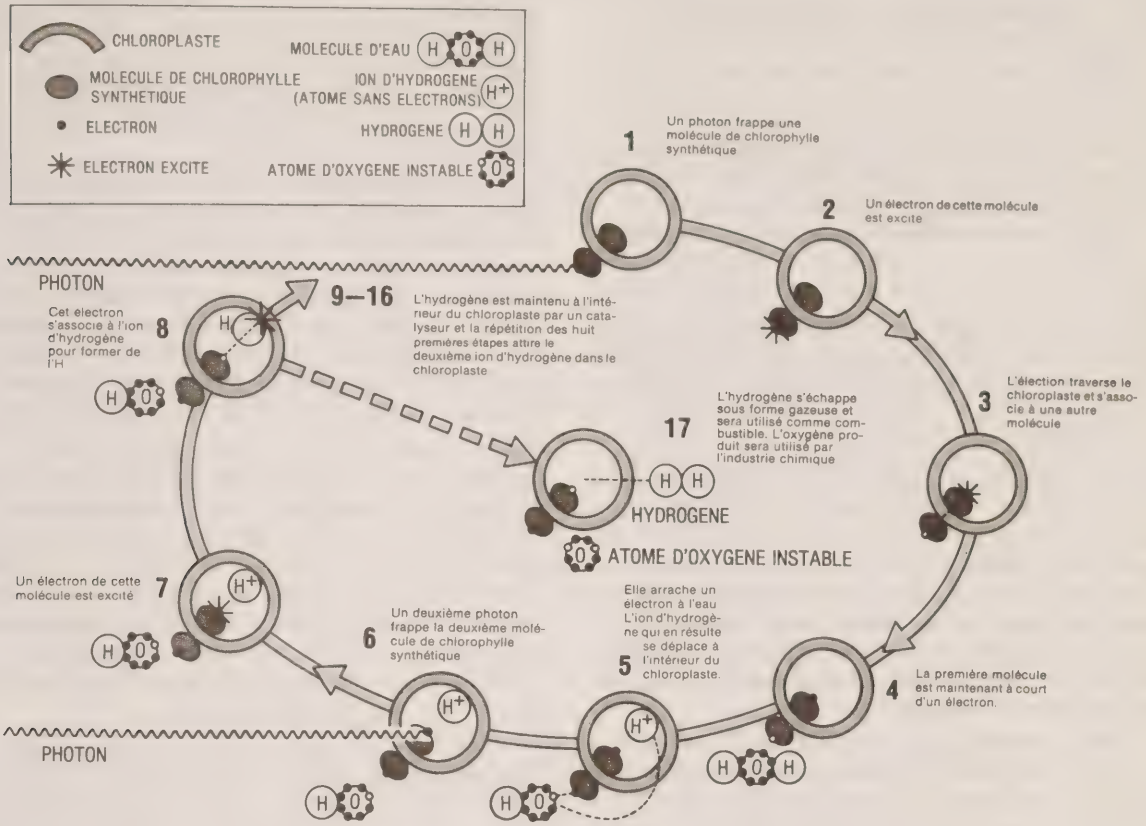
The main disadvantage of underground storage is that it is limited to locations with suitable geology. This is not a serious problem, however, since H_2 can be transported by economical means to the point of use.

Cryogenic storage and pressurized storage are appropriate for the present industrial uses of hydrogen, and underground facilities allow safe storage of large quantities of H_2. But neither of these methods is suitable for use in moving vehicles or where a combination of compactness and large hydrogen-holding capacity is required. There are alternative storage methods which show considerable promise for application in these special situations.

Most metals will, on contacting gaseous hydrogen, form a compound known as a metal hydride. Metal hydrides are attractive because they can bind a large quantity of hydrogen. For instance, it is possible to get more hydrogen into a given volume in the form of a metal hydride than into the same volume as a liquid. The metal is normally prepared in the form of small particles to provide as much surface area as possible with which the hydrogen can react. As one might expect though, there is a difficulty with this approach too and the major concern here is the weight of the system.

The most promising hydride examined to date is a ternary hydride (that is, two metals plus hydrogen), the two metals being iron and titanium. This system has a relatively low cost, a low dissociation pressure and a

Figure 6-21: UNE MÉTHODE BIOMIMÉTIQUE DE PRODUCTION DE L'HYDROGÈNE



Source: D'après Weintraub, 1981, p. 37.

Il faudra encore de nombreuses recherches pour déterminer s'il est possible de mettre au point un système photochimique exploitable de production de combustible avec tous les avantages qu'un tel système suppose. La prochaine décennie répondra sans doute à cette question.

3. STOCKAGE DE L'HYDROGÈNE

Tout comme le gaz naturel, l'hydrogène peut être liquéfié et stocké à très basses températures (stockage cryogénique). L'hydrogène liquide est stocké à environ -250°C dans des bombonnes isolées sous vide mais il est peu probable que cette méthode de stockage soit retenue quand l'utilisation de l'hydrogène deviendra plus généralisée. L'une des contraintes est le coût des contenants isolés mais le facteur le plus important est l'énergie requise pour liquéfier l'hydrogène et qui peut représenter entre 25 % et 30 % de sa valeur calorifique.

Pour stocker de petites quantités d'hydrogène, on a plus souvent recours aux cylindres à haute pression, comme dans le cas d'un gaz. Toutefois ce procédé coûte cher et est trop encombrant car il faut une grande quantité d'acier à basse teneur en carbone pour emmagasiner une quantité relativement faible d'hydrogène. La manipulation de l'hydrogène présente de plus quelques difficultés techniques dont il faut tenir compte. Un des problèmes de tout système de stockage de l'hydrogène est la fragilisation du métal, surtout à des pressions très élevées. Les molécules d'hydrogène sont les plus petites de toutes les molécules et peuvent s'infiltrer entre les atomes du métal, ce qui rend ce dernier cassant et peut entraîner la formation de fissures superficielles qui affaiblissent le tuyau ou le récipient. De plus, en raison des dimensions de ses molécules, l'hydrogène peut s'échapper plus facilement que d'autres gaz des récipients sous pression. Quoi qu'il en soit, ces problèmes techniques peuvent être palliés moyennant une conception soignée des systèmes.

Comme le stockage sous forme de liquide ou de gaz comprimé ne peut convenir qu'à des volumes relativement petits d'hydrogène, le stockage souterrain peut s'avérer la meilleure façon d'entreposer à bon marché

Hydrogen Storage in Metal Hydrides

The reaction of a metal with hydrogen can be expressed as follows:

$$M\ (\text{metal}) + H_2 \rightleftarrows MH_2\ (\text{metal hydride}).$$

This is a reversible reaction. If the ambient pressure is above a certain level (equilibrium pressure), the reaction proceeds to the right producing a hydride. Below this equilibrium pressure, the hydride will dissociate into hydrogen gas and the metal.

moderate controlling temperature. Its disadvantages are its weight and its sensitivity to contaminants (ultrapure hydrogen must be used). An iron-titanium hydride is already being used in several prototype vehicles in the United States and in Germany.

The high storage density and the inherent safety of hydride systems (they release hydrogen only slowly upon rupture) have made them an attractive subject for research. In instances where mobility, compactness and weight are not factors, such as in the on-site storage of hydrogen from off-peak power, metal hydride storage compares favourably with other methods. It seems likely that such storage will gain in importance as hydrogen fuel becomes more widely used.

In applications where mobility and weight are important, such as in automobiles, *liquid* hydride storage may hold the answer. A liquid hydride is any liquid compound which contains hydrogen as a major element. Water (H_2O) is of course the most abundant liquid hydride, but gasoline, propane and methanol are examples of liquid hydrides as well. In addition to these natural hydrogen carriers it is possible to create a variety of synthetic liquid hydrides. Such compounds could provide an answer to the problems of storing and carrying H_2 in a form suitable for use in mobile applications. Methanol from biomass, for example, could well become an important hydrogen carrier in this country as we increase our production of this alcohol.

4. TRANSPORTING HYDROGEN

Most commonly hydrogen is transported over long distances in the form of a liquid. This is done in double-walled, evacuated, insulated containers mounted on trailer trucks, rail cars or barges. Small quantities of hydrogen are moved as compressed gas in thick steel cylinders. Both of these methods will continue to be used in the future for small volumes but, in a "hydrogen economy", H_2 will most likely move to market via pipeline.

There is already a considerable amount of experience in the transmission of hydrogen by pipeline. In the United States, the National Aeronautics and Space Administration and the private company involved in the liquid-hydrogen rocket engine program have successfully operated very short high-pressure pipelines for both liquid and gaseous hydrogen. These high pressures and the use of liquid hydrogen pipelines are unlikely to be implemented for the large-scale movement of hydrogen fuel, but this experience has shown what can be achieved.

Of greater interest are the commercial or "merchant" hydrogen pipelines operating in several countries, which demonstrate the feasibility of pipeline transmission of hydrogen gas. In the United States, Air Products and Chemicals Incorporated of Houston, Texas operates a 96-kilometre (60-mile) underground pipeline. This system has worked so well that plans are underway to construct a further 104 kilometres (65 miles) of pipeline to serve additional customers in the area.

Perhaps the most impressive hydrogen pipeline system is that belonging to the Chemische Werke Hüls AG in the Ruhr Valley of West Germany. This 210 km-long underground pipeline network handles 95% pure hydrogen at a pressure of 1.5 megapascals (210 pounds per square inch). There are four separate injection points and nine different users. No significant problems have been encountered during the 40 years that this pipeline has been in operation.

The cost of hydrogen compared with current petroleum prices precludes its use as a fuel today. This means no large-scale hydrogen pipeline is likely to be built soon. On the other hand, present natural gas pipelines and, more importantly, natural gas end uses are compatible with adding up to 20% H_2 to the gas. Thus in the long term, as natural gas becomes less abundant and the supply of hydrogen gas increases, pipelines could be modified to carry H_2. The major alteration required would be the installation of larger compressors. The heating value of H_2 is only one-third that of natural gas for an equal volume. Larger compressors are therefore required to move three times the volume of hydrogen in order to maintain the same rate of energy delivery (if the system is converted to carrying H_2 alone).

5. A HYDROGEN-BASED ENERGY SYSTEM FOR CANADA

Switching Canada's energy system from one based primarily on nonrenewable hydrocarbons to one based on a wide variety of sustainable energy sources with hydrogen as the major currency will be neither quick nor inexpensive, but it is nonetheless desirable.

CONCLUSION

The Committee believes that Canada should develop a hydrogen-based energy system.

de grandes quantités de ce gaz. La technique semble faisable étant donné que, depuis de nombreuses années, on injecte du gaz naturel dans des réservoirs épuisés de pétrole ou de gaz pour l'entreposer jusqu'à ce qu'on en ait besoin. Il faudra évaluer les mérites individuels de chaque réservoir. On peut utiliser les aquifères de la même façon en y injectant de l'hydrogène qui déplacera l'eau. En Angleterre, Imperial Chemical Industries Limited entrepose de l'hydrogène pur à 95% dans des cavernes laissées par l'exploitation d'un gisement de sel par dissolution.

Le principal inconvénient du stockage souterrain est qu'il est limité aux sites dont la géologie convient à ce but, mais ce n'est pas un problème sérieux étant donné qu'on peut transporter économiquement l'hydrogène vers son point d'utilisation.

Le stockage cryogénique et le stockage sous pression conviennent aux actuelles utilisations industrielles de l'hydrogène et les installations souterraines permettent d'emmagasiner en toute sécurité de grandes quantités d'hydrogène mais aucune de ces méthodes ne convient quand il s'agit de transporter l'hydrogène par véhicule ou quand on désire entreposer de façon compacte d'importants volumes. Pour ces situations, d'autres méthodes de stockage s'annoncent prometteuses.

Au contact de l'hydrogène gazeux, la plupart des métaux forment un composé appelé hydrure métallique. Ces hydrures métalliques sont intéressants parce qu'ils peuvent retenir une grande quantité d'hydrogène. On peut, par exemple, faire entrer plus d'hydrogène dans un volume donné s'il est sous forme d'hydrures métalliques que s'il est sous forme liquide. On prépare généralement le métal sous forme de petites particules pour offrir à l'hydrogène la plus grande surface de réaction possible. Cependant, comme on peut s'y attendre, cette méthode a également ses inconvénients dont le principal est le poids du métal.

Stockage de l'hydrogène dans des hydrures métalliques

La réaction d'un métal et de l'hydrogène peut s'exprimer ainsi:

$M\ (métal) + H_2 \rightleftarrows MH_2\ (hydrure\ métallique)$.

Il s'agit ici d'une réaction réversible. Si la pression ambiante dépasse un certain niveau (pression d'équilibre), la réaction se fait vers la droite pour produire un hydrure. Au-dessous de cette pression d'équilibre, l'hydrure se décomposera en hydrogène gazeux et métal.

L'hydrure le plus prometteur examiné jusqu'à présent est un hydrure ternaire (c'est-à-dire deux métaux plus hydrogène) comprenant du fer et du titane. L'avantage de ce procédé est qu'il coûte relativement peu, que la pression de dissociation est faible et que la température de contrôle est modérée. Au nombre de ses inconvénients, il faut compter son poids et sa sensibilité aux contaminants (on doit utiliser de l'hydrogène ultra-pur). Plusieurs véhicules prototypes aux États-Unis et en Allemagne utilisent déjà un hydrure de fer-titane.

La grande densité de stockage et la sécurité inhérente des hydrures (en cas de rupture, ils ne libèrent l'hydrogène que lentement) en ont fait un sujet de recherche intéressant. Lorsque la mobilité, la compacité et le poids ne sont pas des contraintes, comme dans le cas du stockage sur place de l'hydrogène provenant d'électricité en dehors des heures de pointe, le stockage dans des hydrures métalliques se compare favorablement aux autres méthodes. Il semble probable que ce genre de stockage prendra de l'importance à mesure que l'hydrogène servira de plus en plus de combustible.

Pour les applications où la mobilité et le poids sont importants, comme dans le cas des automobiles, le stockage dans les hydrures liquides peut être la solution idéale. Un hydrure *liquide* est tout mélange liquide dont un des éléments majeurs est l'hydrogène. L'eau (H_2O) est bien entendu l'hydrure liquide le plus abondant mais l'essence, le propane et le méthanol sont tous aussi des hydrures liquides. En plus de ces hydrures naturels, il est possible de créer une variété d'hydrures synthétiques. Ces mélanges peuvent aider à résoudre le problème du stockage et du transport de l'hydrogène d'une façon convenant aux applications mobiles. Le méthanol extrait de la biomasse, par exemple, pourrait servir à transporter l'hydrogène au Canada, à mesure que se généralisera la production de cet alcool.

4. TRANSPORT DE L'HYDROGÈNE

Pour le transport de volumes importants sur de longues distances, on met l'hydrogène liquide dans des contenants isolés, à double paroi et sous vide, montés sur des camions-remorques, des wagons ou des chalands. En plus petites quantités, l'hydrogène est transporté sous forme de gaz comprimé dans d'épais cylindres d'acier. Ces deux méthodes continueront d'être utilisées à l'avenir pour le transport de petits volumes mais, dans une «économie de l'hydrogène», le transport se fera probablement par pipe-line.

On a déjà acquis beaucoup d'expérience dans le transport de l'hydrogène par pipe-line. Aux États-Unis, la NASA et la société privée engagée dans le programme des moteurs de fusée à hydrogène liquide ont réussi à acheminer de l'hydrogène gazeux et de l'hydrogène liquide par pipe-lines très courts à haute pression.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that an energy system based upon hydrogen and electricity as the principal energy currencies be adopted by the Government of Canada as a long-term policy objective.

There are numerous reasons for concluding that a hydrogen-based energy system makes sense for Canada. The large reserves of bitumen and heavy oil in Alberta and Saskatchewan will necessarily form part of our energy supply for many years to come. These reserves require the addition of hydrogen for upgrading to usable oils. Today hydrogen used for this purpose comes from natural gas and conventional crude oil, but in the future the hydrogen could be produced by electrolysis. The first step towards a hydrogen-based energy system might therefore be made in extending Canada's supplies of hydrocarbon fuels. Although this appears to be an expensive approach, it would allow hydrogen production capability to parallel rather than track the development of end uses for hydrogen in our economy. A further benefit of this approach could be a smooth transition out of the petroleum era.

In the Biomass section the Committee recommends construction of a methanol plant using biomass and natural gas as feedstocks. The natural gas is added to the synthesis gas produced from biomass to increase the hydrogen to carbon ratio and thereby raise methanol yields. Electrolytic hydrogen could eventually replace natural gas as the hydrogen source in this type of facility.

In still another application, electrolytic hydrogen could be produced using off-peak electricity, increasing the efficiency and reducing the cost of utility operation. The hydrogen so produced could subsequently feed a fuel cell to produce electricity for peaking requirements, much as pumped storage is utilized today. However this conversion from electricity to hydrogen and back to electricity is only about 35% efficient and the energy lost in first producing the electricity has also to be accounted for. Thus it would make more sense to mix the hydrogen with natural gas and deliver it by pipeline to consumers or to ship it directly to industrial users.

Canada has potential sites for large hydro-electric generating stations which have not been developed due to their distance from markets. If electricity produced in these remote areas were used to electrolyze water into hydrogen and oxygen, these two gases could be piped to distant consumption points. It was estimated by witnesses before the Committee that for distances over 500 km it would be cheaper to go this "hydrogen route" than to transmit the power by high-voltage transmission lines, provided that the hydrogen were not to be reconverted to electricity. If nuclear energy were to be used, the remote siting of nuclear power stations, with a hydrogen pipeline link to markets, could help allay public concern over the location of such stations near population centres.

Hydrogen produced by electrolysis has distinct advantages over liquid fuel options because it can be produced from most energy sources through the medium of electricity. Therefore, Canada could begin now to develop the infrastructure for a hydrogen-based energy system knowing that no matter which long-term energy option ultimately proves to be our major source of supply, the hydrogen infrastructure would remain the same.

CONCLUSION

The Committee believes that hydrogen is the best fuel for a non-carbon-based energy system.

RECOMMENDATION

The Committee believes that hydrogen will be an important element of Canada's future energy system and recommends that we begin now to develop the technology and infrastructure for hydrogen production, distribution and use.

The speed with which a hydrogen energy system is introduced will probably depend more upon political and environmental concerns than upon economics or the depletion of hydrocarbon resources. Canada, nevertheless, is in a unique position to become a world leader in electrolytic hydrogen production technology. We already have an abundant supply of electricity from non-fossil fuel sources and we have the potential for producing electricity from a number of renewable sources. We are also fortunate in that the world's leading manufacturer of electrolysis equipment is a Canadian company. It thus appears that with this lead Canada should be in a position to develop a complete hydrogen system. The missing element is end uses for the increased hydrogen production. Suggestions have been made to the Committee that the development of a low-cost fuel cell for use in ground transportation would complete the system. In addition to helping replace oil in the transportation sector, this system would provide excellent opportunity for the export of technology to other countries.

RECOMMENDATION

The Committee agrees that the early demonstration of a hydrogen-based urban transportation system is required in Canada and recommends that research into this use of hydrogen be supported with the aim of rapid commercialization.

Il est peu probable qu'on ait recours à ce procédé pour le transport de l'hydrogène à grande échelle mais cette expérience a montré que cela était faisable.

Les pipe-lines commerciaux ou «marchands» d'hydrogène en service dans plusieurs pays montrent qu'il est possible d'acheminer l'hydrogène gazeux par pipeline. Aux États-Unis, Air Products and Chemicals Incorporated de Houston (Texas) exploite un pipe-line souterrain d'une longueur de 96 km (60 milles). Le système fonctionne si bien qu'on prévoit la construction d'un tronçon supplémentaire de 104 km (65 milles) pour desservir plus de clients dans la région.

Le plus grand réseau de pipe-lines d'hydrogène est probablement celui de Chemische Werke Hüls AG dans la vallée de la Ruhr en Allemagne de l'ouest. Le réseau souterrain de 210 km transporte de l'hydrogène pur à 95% à une pression de 1.5 mégapascal (210 livres par pouce carré). Il y a quatre points d'injection séparés et neuf usagers. Le pipe-line fonctionne depuis 40 ans sans problème majeur.

Le coût de l'hydrogène, par rapport aux prix actuels du pétrole, en interdit l'utilisation comme combustible pour le moment. Cela signifie qu'il est peu probable qu'un pipe-line important d'hydrogène soit construit à brève échéance. Par contre, on peut ajouter jusqu'à 20% d'hydrogène au gaz naturel et continuer d'utiliser les pipe-lines actuels de gaz naturel et, ce qui est plus important, desservir les mêmes usagers. Ainsi, à long terme, à mesure que les réserves de gaz naturel s'amoindrissent et que l'approvisionnement en hydrogène augmente, on pourra modifier les pipe-lines pour les adapter au transport de l'hydrogène. La principale modification consistera à installer de plus gros compresseurs. A volume égal, la valeur calorifique de l'hydrogène n'est pas le tiers de celle du gaz naturel. Il faut donc des compresseurs plus puissants pour acheminer trois fois le même volume en hydrogène et livrer le même nombre d'unités énergétiques si l'on convertit le système pour acheminer de l'hydrogène seulement.

5. UNE INFRASTRUCTURE ÉNERGÉTIQUE FONDÉE SUR L'HYDROGÈNE POUR LE CANADA

Faire passer le Canada d'une infrastructure basé surtout sur des hydrocarbures non renouvelables à un système basé sur une grande variété de sources d'énergie où l'hydrogène sera une des principales devises sera une opération à la fois lente et coûteuse mais néanmoins souhaitable.

CONCLUSION

Le Comité estime que le Canada devrait élaborer une infrastructure énergétique basée sur l'hydrogène.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande que le gouvernement du Canada adopte comme objectif de politique à long terme la mise en place d'une filière énergétique dont les principales devises énergétiques seront l'hydrogène et l'électricité.

De nombreuses raisons portent à penser qu'une filière énergétique basée sur l'hydrogène est une bonne solution pour le Canada. Les grandes réserves de bitume et de pétrole lourd de l'Alberta et de la Saskatchewan feront nécessairement partie de nos approvisionnements d'énergie pendant de nombreuses années encore. Pour améliorer les huiles utilisables, on doit y ajouter de l'hydrogène. Aujourd'hui, l'hydrogène utilisé à cette fin provient du gaz naturel et du pétrole brut ordinaire mais à l'avenir, il pourrait être produit par électrolyse. Le premier pas vers une filière énergétique basée sur l'hydrogène peut donc consister à faire durer plus longtemps les réserves de combustibles d'hydrocarbure du Canada. Cela peut paraître une méthode coûteuse mais, en fait, elle permettrait à la capacité de production d'hydrogène d'aller de pair avec la recherche de débouchés pour l'hydrogène dans notre économie au lieu de traîner derrière elle. Un autre avantage de cette méthode est qu'elle permet un abandon progressif de l'ère du pétrole.

Dans la section sur la biomasse, le Comité a recommandé la construction d'une usine de méthanol qui utiliserait la biomasse et le gaz naturel comme charge d'alimentation. On ajoute le gaz naturel au gaz synthétique produit par la biomasse pour augmenter le rapport hydrogène/carbone et obtenir ainsi une meilleure production de méthanol. Dans ce genre d'installation, l'hydrogène électrolytique pourrait éventuellement remplacer le gaz naturel comme source d'hydrogène.

Dans une autre application, on pourrait produire de l'hydrogène électrolytique à partir d'électricité en dehors des heures de pointe, ce qui augmenterait le rendement des centrales et en réduirait les coûts d'exploitation. L'hydrogène ainsi produit pourrait servir à alimenter une pile à combustible afin de produire de l'électricité pour satisfaire à la demande de pointe. Toutefois, la conversion de l'électricité en hydrogène et la conversion subséquente d'hydrogène en électricité n'a qu'un rendement de 35% et il faut également tenir compte de l'énergie dépensée pour produire tout d'abord l'électricité. Il serait donc plus logique de mélanger l'hydrogène au gaz naturel et de le livrer par pipe-line aux consommateurs ou de l'expédier directement aux usagers industriels.

On retrouve au Canada de nombreux sites convenant à l'aménagement de grandes centrales hydro-électriques mais avec lesquels on n'a rien fait jusqu'à présent en raison de leur éloignement des marchés. Si l'électricité produite dans ces régions éloignées servait à

While we already know a certain amount about the production, storage, transportation and use of hydrogen, much research remains to be done before hydrogen plays a major role in our energy system. Many other countries have acknowledged the potential benefits of a hydrogen-based energy system and are working to overcome the remaining problems surrounding its economic production and use.

CONCLUSION

Canada has a momentary advantage, possessing all of the essential elements for developing an electrolytic hydrogen system. What is missing is a commitment to taking full advantage of our position.

This is made clear by the fact that the current Federal RD & D program for hydrogen is funded to the level of only $1 million per year -- a sum which must cover all RD & D on the production, storage and use of hydrogen.

CONCLUSION

Federal funding of hydrogen RD&D is totally inadequate to allow Canada to gain, or maintain for long, a position of world leadership in any area of hydrogen technology.

Having decided that a hydrogen-based energy system should be implemented in Canada, the Committee sought the opinion of experts in the field of hydrogen energy as to what steps would be necessary to achieve this long-term objective. The response indicates that such a system will only evolve in this country if there is a strong political will to make it happen. Without a firm commitment on the part of the Federal Government, it will be many years before hydrogen makes a significant contribution to our energy system. Once a commitment to such a course of action was made, the rate of development would depend to a great extent upon the amount of money dedicated to the effort. In order to attract and keep top research scientists well versed in the fields of hydrogen production, storage, transportation and use, a major, long-term financial commitment is a necessity.

If Canada decides to pursue a purely RD & D program over the next five years, with no provision for commercialization, funding in the tens of millions of dollars would be required. This would ensure that steady, if slow, progress was made in hydrogen RD & D but it would not enable us to begin developing a hydrogen-based energy system. If, on the other hand, Canada chooses to pursue the rapid development and commercialization of a complete hydrogen-based energy system, the investment required would be in the order of hundreds of millions of dollars over the next five years.

CONCLUSION

The Committee believes that Canada has a unique opportunity to become the world leader in hydrogen technologies if we follow an ambitious route to the early establishment of a hydrogen-based system.

It is important to note that the Committee is not simply recommending the introduction of another supply option — we are talking about the development of an entire energy system. Technologies for the production, storage and transportation of H_2 must be refined and costs reduced; the infrastructure necessary for the widespread distribution and use of H_2 needs to be put in place; and end-use technologies require basic RD & D. The Committee believes that Canada has an opportunity to act decisively and quickly to establish this country as a world leader in hydrogen energy technologies. Canada currently spends billions of dollars on large energy supply projects. The next tar sands plant is expected to cost about $10 billion and the Darlington nuclear generating station will probably exceed $7 billion in construction costs. Each of these large projects offers only one energy commodity — one supply option. A hydrogen-based system can involve a wide variety of energy sources and an equally wide variety of non-polluting end uses. Certainly such a system is worth funding at the same order of magnitude as conventional energy supply projects.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that the Federal Government be prepared to spend up to $1 billion over the next five years to foster the broad development of a hydrogen-based energy system and to establish Canada as a world leader in hydrogen technology.

The task of developing appropriate hydrogen energy technologies will be an enormous one. The Committee believes that such development will require the guidance of a mission-oriented agency — an agency charged with orchestrating the research, development, demonstration and commercialization of hydrogen energy systems. No such agency is currently in place.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that a Commission, to be known as Hydrogen Canada, be

décomposer l'eau en oxygène et en hydrogène par électrolyse, on pourrait acheminer le gaz par pipe-line jusqu'à des marchés éloignés. Des témoins qui ont comparu devant le Comité estiment que sur des distances de plus de 500 km, il coûterait moins cher de choisir cette solution que d'acheminer l'électricité par fils à haute tension.* Si l'on devait avoir recours à l'énergie nucléaire, on pourrait, en aménageant les centrales dans des régions éloignées et en acheminant l'hydrogène aux marchés par pipe-line, rassurer le public qui s'inquiète de voir les centrales nucléaires s'installer près des centres de population.

L'hydrogène produit par électrolyse offre des avantages certains par rapport aux combustibles liquides car on peut le produire à partir de la plupart des sources d'énergie par l'intermédiaire de l'électricité. Le Canada pourrait donc, dès maintenant, commencer à mettre au point l'infrastructure d'un système d'énergie basé sur l'hydrogène, sachant que cette infrastructure restera la même quelle que soit la solution énergétique qui deviendra à long terme notre principale source d'approvisionnement.

* A condition toutefois que l'hydrogène ainsi transporté ne soit pas destiné à la production d'électricité.

CONCLUSION

Le Comité estime que l'hydrogène s'avère le meilleur combustible dans un système d'énergie non basé sur les hydrocarbures.

RECOMMANDATION

Le Comité estime que l'hydrogène sera un élément important du système d'énergie canadien de demain et recommande que le Canada commence dès maintenant à mettre au point la technologie et l'infrastructure nécessaires à la production, la distribution et l'utilisation de l'hydrogène.

La rapidité avec laquelle sera introduit une filière énergétique basée sur l'hydrogène dépendra probablement davantage de considérations politiques et environnementales que de facteurs économiques ou de l'épuisement des réserves d'hydrocarbures. Quoi qu'il en soit, le Canada est dans une position unique qui lui permettrait de prendre la tête dans la technologie de la production électrolytique d'hydrogène. Nos sources de combustibles non fossiles nous offrent déjà un approvisionnement abondant en électricité et nous avons les moyens de produire de l'électricité à partir d'un certain nombre de sources renouvelables. Nous avons également la chance d'avoir au Canada le plus grand fabricant d'équipement d'électrolyse au monde. Avec tous ces atouts, il semble donc que le Canada soit en mesure de mettre au point une infrastructure complète basée sur l'hydrogène. Le seul élément qui nous manque sont des débouchés pour une plus grande production d'hydrogène. Il a été suggéré au Comité que la mise au point d'une pile à combustible bon marché destinée aux transports de surface viendrait compléter ce système. En plus de contribuer à la substitution du pétrole dans le secteur des transports, ce système serait l'occasion rêvée d'exporter notre technologie vers d'autres pays.

RECOMMANDATION

Le Comité reconnaît qu'il faudrait, le plus tôt possible, faire la démonstration d'un système de transport urbain fondé sur l'hydrogène et recommande que l'on aide la recherche dans ce domaine d'application afin d'en arriver à une commercialisation rapide.

Si nous avons déjà certaines connaissances de la production, du stockage, du transport et de l'utilisation de l'hydrogène, il reste beaucoup de recherches à faire avant que l'hydrogène puisse jouer un rôle majeur dans notre système d'énergie. Un bon nombre d'autres pays ont reconnu les avantages potentiels d'une filière hydrogène et œuvrent à résoudre les problèmes qu'il reste à élucider sur sa production et son utilisation économiques.

CONCLUSION

Le Canada a un certain avantage pour le moment, ayant entre ses mains tous les éléments essentiels à la mise au point d'un système d'hydrogène électrolytique. Il ne nous reste plus qu'à nous engager à tirer le meilleur parti de cette situation.

Cela est du reste évident quand on sait que le financement accordé au programme fédéral actuel de recherche et de développement sur l'hydrogène n'est que d'un million de dollars par an et que cette somme doit suffire à toutes les activités de R & D sur la production, le stockage et l'utilisation de l'hydrogène.

CONCLUSION

Le financement fédéral des activités R&D sur l'hydrogène est tout à fait insuffisant pour que le Canada puisse atteindre, ou conserver longtemps, une position de pointe dans tout domaine de la technologie de l'hydrogène.

Ayant décidé qu'une filière énergétique basée sur l'hydrogène devrait être mise en vigueur au Canada, le Comité a demandé à des experts en la matière quelles mesures il faudrait prendre pour atteindre cet objectif à long terme. Les réponses indiquent qu'un tel système ne pourra voir le jour au Canada que s'il bénéficie d'un fort support politique. Sans engagement ferme de la part du

established to act as the lead agency for hydrogen RD&D and commercialization in Canada. This Commission should report to the proposed Minister of State for Alternative Energy and Conservation.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that the proposed Minister of State for Alternative Energy and Conservation begin a review of the progress and accomplishments of Hydrogen Canada after eighteen months, with the review to be completed within six months. A further review should be conducted after the fourth year of the program, with subsequent reviews to follow at five-year intervals.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that the results of the periodic reviews of Hydrogen Canada's progress be tabled in Parliament within three months of their completion and that, in the event that Parliament is not sitting at the time, the Minister be permitted to make them public.

Hydrogen Canada: The First Five Years

In the course of its deliberations the Committee sought advice from experts in the field of hydrogen energy RD&D in Canada. Having decided that an ambitious program, including demonstration and commercialization as well as research and development, was right for Canada, the Committee asked Dr. David Scott, Head of Mechanical Engineering at the University of Toronto to suggest, as a guide, the funding levels that he felt would be required to move Canada quickly into a clear position of world leadership in hydrogen-based energy technologies. The following five-year budget was submitted to the Committee by Dr. Scott and reviewed by Dr. J.B. Taylor of the National Research Council of Canada. Dr. Taylor concurred in Dr. Scott's assessment of the effort required to reach the stated objective.

Years 1 to 3 would be taken up primarily in establishing a lead agency for Canadian hydrogen energy RD & D and commercialization. Some research could be contracted out during the time that Hydrogen Canada's facilities were being planned and constructed. In subsequent years, when RD & D was fully underway, higher levels of funding would be required.

Year 1	Millions of Dollars
Organizational Planning and Management	2
RD & D Planning	2-4
Physical Plant Planning	2
Possible Land Acquisition	2-4
Total	8-12
Year 2	
Facility Engineering and Design	7
H_2 System and Synergy Analysis	1
Land Acquisition (and some RD & D initiatives)	40-60
Total	48-68
Year 3	
Physical Plant (to complete by year end)	30-60
H_2 System and Synergy Analysis, Demonstration of some retrofit, small user and generation technologies and establishment of H_2 superior RD & D plans	120-170
Total	150-230

	Year 4	Year 5
H_2 System and Synergy Analysis	10	15
H_2 Generation	60	60
H_2 Distribution	30	40
Fossil Resource/Reserve Extension	30	25
Biomass Resource/Reserve Extension	20	30
Small User H_2 Technologies	30	30
Retrofit H_2 Technologies	40	40
"Clean H_2" Fuel Cell Technology	30	60
Hybrid Drives (regeneration and storage batteries)	15	25
On-board H_2 Storage	10	55
LH_2 Aircraft Technology	10	13
Other H_2 Superior Technologies	20	30
Total	305	423

This schedule of funding is an indication of the financial requirement to put Canada into the lead in developing hydrogen technologies. It is provided as a guide to policymakers. As with any program of this magnitude a periodic review of the progress and direction of research and development will be required.

gouvernement fédéral, il faudra de nombreuses années avant que l'hydrogène contribue de façon significative à notre système d'énergie. Une fois un tel engagement pris, les progrès dépendront dans une large mesure des sommes d'argent qu'on y consacrera. Un important engagement financier à long terme est essentiel pour attirer et garder les meilleurs chercheurs dans le domaine de la production, du stockage, du transport et de l'utilisation de l'hydrogène.

Si le Canada décide de poursuivre un simple programme de R&D au cours des cinq prochaines années, sans songer à la commercialisation, il faudra des fonds s'élevant à des dizaines de millions de dollars. Cela nous permettrait de progresser sûrement, bien que lentement, dans la recherche et le développement en matière d'hydrogène mais nous ne serions pas pour autant en mesure de commencer à mettre en place un système d'énergie basé sur l'hydrogène. Si, par contre, le Canada décide d'en rechercher le développement et la commercialisation rapides, ce sont des centaines de millions de dollars qu'il faudra dépenser au cours des cinq prochaines années.

CONCLUSION

Le Comité estime que le Canada a une occasion unique de se placer à la pointe du progrès dans les technologies de l'hydrogène à condition de choisir l'option plus ambitieuse qui consiste à chercher à établir le plus rapidement possible une infrastructure énergétique basée sur l'hydrogène.

Il importe de remarquer que le Comité ne se borne pas simplement à recommander la mise en place d'une autre formule d'approvisionnement énergétique, mais au contraire l'élaboration d'une infrastructure énergétique complète. Il importe de parfaire les technologies relatives à la production, au stockage et au transport de l'hydrogène et d'en réduire le coût; il est également impératif de mettre en place l'infrastructure indispensable à une distribution et à une utilisation intensives de l'hydrogène; enfin, les technologies relatives à l'utilisation en phases terminales exigent certains travaux fondamentaux de RD & D. Le Comité est d'avis que le Canada a ici l'occasion d'intervenir de façon décisive et de devenir rapidement, à l'échelle mondiale, le pionnier des technologies énergétiques utilisant l'hydrogène. A l'heure actuelle, le Canada consacre des milliards de dollars à d'ambitieux projets d'infrastructure énergétique: la nouvelle usine d'exploitation des sables bitumineux devrait revenir à environ $10 milliards et les frais de construction de la Centrale nucléaire de Darlington dépasseront probablement les $7 milliards. Chacun de ces grands projets n'offrent toutefois qu'un seul type d'énergie, un choix unique en quelque sorte. Une infrastructure basée sur l'hydrogène pourrait par contre tirer partie d'une vaste gamme de sources d'énergie et offrir une gamme non moins étendue d'utilisations non polluante. Il ne fait aucun doute qu'une infrastructure de ce genre mérite un financement aussi nourri que les projets débouchant sur des approvisionnements énergétiques classiques.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande que le gouvernement fédéral soit disposé à dépenser, au cours des cinq prochaines années, jusqu'à concurrence de $1 milliard afin d'encourager le développement sur une vaste échelle d'une infrastructure énergétique fondée sur l'utilisation de l'hydrogène et à faire du Canada le chef de file mondial de la technologie de l'hydrogène.

Le développement des technologies nécessaires à l'utilisation de l'hydrogène à des fins énergétiques représentera une entreprise colossale. Le Comité est d'avis qu'il devra obligatoirement se faire sous la gouverne d'un organisme à vocation particulière qui sera chargé d'orchestrer les activités de recherche, de développement, de démonstration et de commercialisation des infrastructures énergétiques utilisant l'hydrogène. Aucun organisme de ce genre n'existe à l'heure actuelle.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande la création d'une commission, qui porterait le nom d'Hydrogène Canada, agissant à titre d'organisme central pour toutes les activités de recherche, de démonstration, de développement et de commercialisation de l'hydrogène au Canada. Cette commission ferait rapport au futur Ministre d'État à l'énergie de remplacement et à la conservation.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande que le futur Ministre d'État à l'énergie de remplacement et à la conservation commence à analyser les progrès accomplis par Hydrogène Canada après dix-huit mois, et en termine l'examen en six mois. Un examen semblable devrait avoir lieu à l'issue de la quatrième année du programme et, ultérieurement, tous les cinq ans.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande également que les résultats des examens périodiques soient déposés au Parlement dans les trois mois qui suivent leur achèvement et, au cas où le Parlement ne siégerait pas à ce moment-là, que le Ministre soit autorisé à les rendre publics.

Hydrogène Canada: Les cinq premières années

Au cours de ses délibérations, le Comité a demandé conseil à des experts canadiens de la recherche, de la démonstration et du développement dans le domaine de l'hydrogène en tant que source d'énergie. Après avoir conclu que le Canada se devait de lancer un ambitieux programme qui, outre la recherche et le développement, porterait également sur la démonstration et la commercialisation, le Comité a demandé au Dr David Scott, chef du département de génie mécanique de l'Université de Toronto, de lui calculer, à titre d'information, les niveaux de financement nécessaire, à son avis, pour que le Canada puisse rapidement assumer un rôle incontesté de chef de file dans le domaine des technologies énergétiques utilisant l'hydrogène. M. Scott soumit aussi le budget quinquennal suivant qui fut revu par le Dr J. B. Taylor du Conseil national de recherche du Canada. Ce dernier corrobora le devis établi par M. Scott pour la réalisation de l'objectif imparti.

Les 3 premières années seraient essentiellement consacrées à la mise en place d'un organisme central chargé de la recherche, de la démonstration, du développement et de la commercialisation au Canada de l'hydrogène comme source d'énergie. Au cours des phases de planification et de construction des installations d'Hydrogène Canada, certains projets de recherche pourraient être attribués à contrat. Au cours des années suivantes, les activités de recherche, de démonstration et de développement ayant été mises en route, le financement devra être intensifié.

Année 1	Millions de dollars
Planification et gestion organisationnelles	2
Planification des activités de recherche, de démonstration et de développement	2-4
Planification de l'infrastructure industrielle	2
Acquisition possible de terrain	2-4
Total	8-12

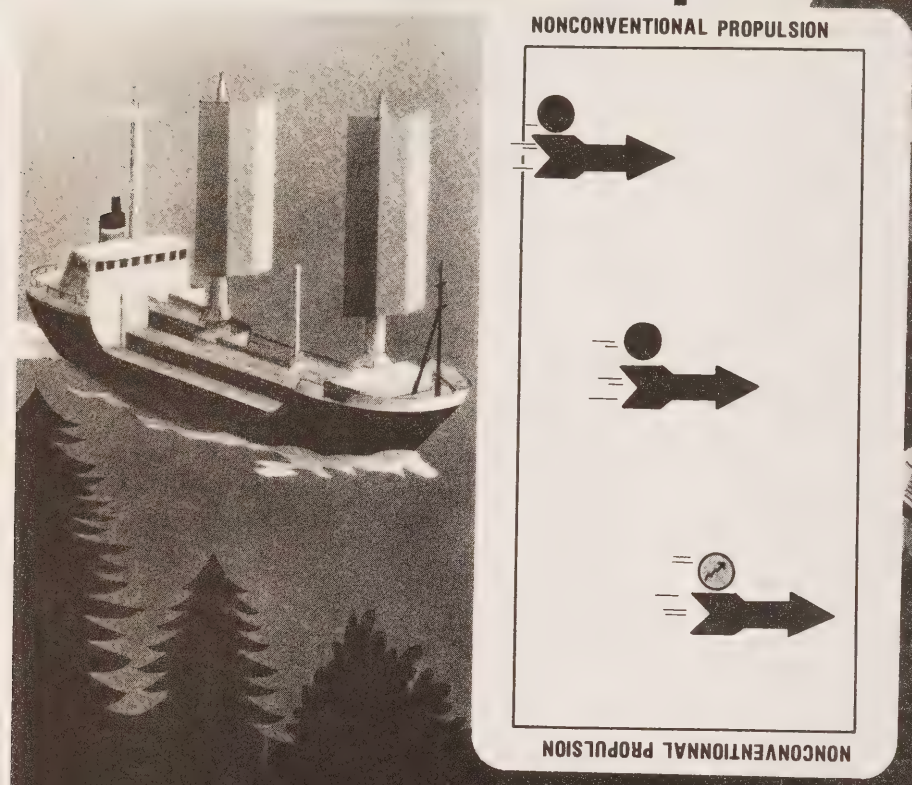
Année 2	
Conception et étude techniques des installations	7
Analyse de la synergie et du réseau H_2	1
Acquisition de terrain (plus quelques initiatives de RD & D)	40-60
Total	48-68

Année 3	
Construction de l'infrastructure industrielle (terminée pour la fin de l'année)	30-60
Analyse de la synergie et du réseau H_2, démonstration de quelques types de conversion, utilisateurs à petite échelle et technologie de production et élaboration de plans de RD & D plus affinés pour l'hydrogène	120-170
Total	150-230

	Année 4	Année 5
Analyse de synergie et de réseau d'hydrogène	10	15
Production de l'hydrogène	60	60
Distribution de l'hydrogène	30	40
Extension des ressources et réserves de combustibles fossiles	30	25
Extension des ressources et réserves de biomasse	20	30
Technologie pour les utilisateurs d'hydrogène à petite échelle	30	30
Technologies de conversion à l'hydrogène	40	40
Technologie des piles à combustible (propres) fonctionnant à l'hydrogène	30	60
Formules hybrides (batteries d'accumulateur et batteries à régénération)	15	25
Stockage de l'hydrogène à bord des véhicules	10	55
Technologie des avions propulsés à l'hydrogène	10	13
Autres technologies de pointe pour utilisation de l'hydrogène	20	30
Total	305	423

Cet échéancier de financement ne représente bien entendu qu'une opinion individuelle du niveau des investissements financiers nécessaires pour que le Canada assume un rôle de chef de file pour ce qui est du développement des technologies de l'hydrogène. Il n'est donc fourni qu'à titre indicatif à l'intention des chargés de politique. Comme pour tout programme d'une pareille ampleur, une révision périodique des progrès accomplis et de l'orientation des activités de recherche et de développement sera de rigueur.

Nonconventional Propulsion

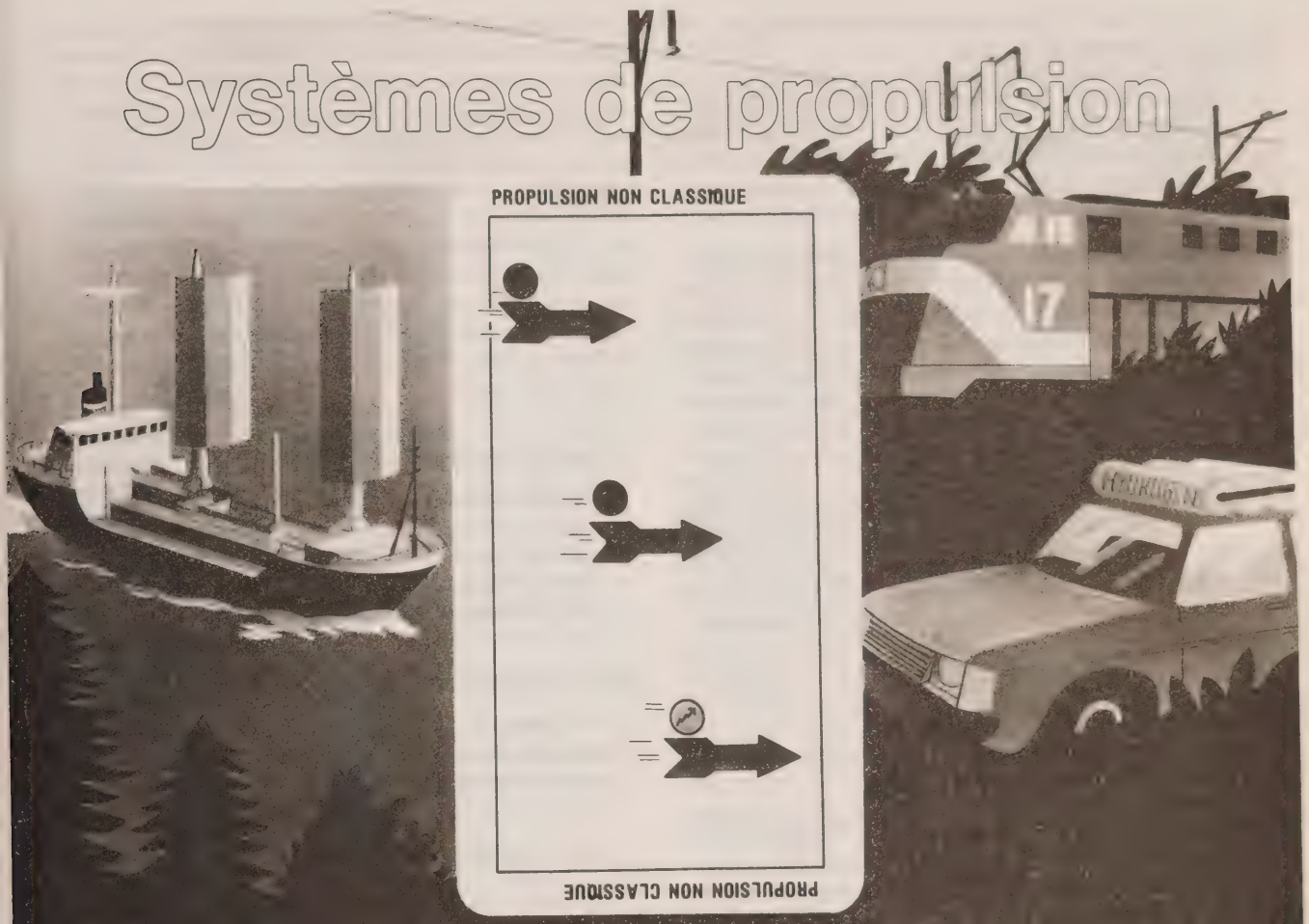


The demand for oil and petroleum products cannot be met by domestic supply alone; therefore Canada presently makes net purchases of some 300,000 barrels of crude oil daily from foreign sources. But over 50% of the domestic demand for oil comes from the transportation sector, and it is our seemingly insatiable thirst for gasoline which has in large part created the so-called "oil crisis". In fact, the main energy problem which must be addressed in Canada in the 1980s is the supply and availability of liquid transportation fuels.

Most liquid fuels presently used in Canada are derived from petroleum (gasoline, diesel fuel, fuel oil and kerosene), although a small amount is propane stripped from natural gas. Liquid petroleum fuels have come to dominate the transportation sector because, traditionally, they have been cheap and because they are energy dense and convenient to handle.

In the context of this report, gasoline and diesel fuel are conventional energy currencies; any other energy currency which can fuel the transportation sector is referred to as nonconventional propulsion. If Canada's long-term goal is to get away from the use of hydrocarbons as energy sources, then there must be a transition period which takes us from the present to the time when Canada utilizes primarily hydrogen and electricity as the energy currencies in its economy. This transition will be crucial in our energy evolution and it must be carefully planned and coordinated to ensure that new energy currencies and the products that use them will come on-stream at the same time. For this reason, conventional and new hydrocarbon fuels will be required for some time to come in order to give us the opportunity to develop alternatives.

Systèmes de propulsion



Les réserves nationales de pétrole et de produits pétroliers ne suffisent pas à elles seules à satisfaire la demande et c'est pourquoi les importations nettes du Canada s'élèvent actuellement à quelque 300,000 barils de pétrole brut par jour. Plus de 50% de la demande nationale de pétrole provient du secteur des transports et la soi-disante «crise du pétrole» a été, dans une large mesure, provoquée par notre soif d'essence qui semble insatiable. En fait, le principal problème énergétique auquel doit s'attaquer le Canada dans les années 1980 est l'approvisionnement du secteur des transports en combustibles liquides.

La plupart des carburants utilisés aujourd'hui au Canada proviennent du pétrole (essence, carburant diesel, mazout et kérosène), bien qu'une faible quantité de propane soit tirée du gaz naturel. Les combustibles liquides extraits du pétrole ont réussi à dominer le secteur des transports parce qu'ils ont de tous temps été bon marché, qu'ils possèdent une grande densité énergétique et que leur manutention est commode.

Dans le cadre de ce rapport, l'essence et le carburant diesel sont définis comme des devises énergétiques classiques. Toute autre devise énergétique pouvant servir au secteur des transports sera classée dans la catégorie de la propulsion de type non classique. Si l'objectif à long terme du Canada consiste à moins recourir aux hydrocarbures comme source d'énergie, il doit y avoir une période de transition qui permettra de passer de la situation actuelle à celle qu'occupera le Canada quand il utilisera surtout l'hydrogène et l'électricité comme devises énergétiques dans son économie. Cette transition représentera une étape décisive de l'évolution de notre position énergétique et il convient de la planifier et de la coordonner soigneusement de façon à s'assurer que nos nouvelles devises énergétiques et les produits qui les utiliseront seront mis au point en même temps. C'est pourquoi il nous faudra utiliser pen-

A number of steps will be required in making a gradual transition to new fuels.

- Conservation of conventional fuels should be promoted by reducing non-essential travel and by keeping engines well-tuned and efficiently running.
- A wide range of new, fuel-efficient vehicles should be made available to consumers.
- The refining specifications of existing refineries should be altered to allow more gasoline and diesel fuel to be extracted from each barrel of crude.
- The use of those hydrocarbons which are presently being under-utilized for transportation purposes, such as propane and compressed natural gas, should be encouraged and gasoline supplies should be extended by mixing them with power alcohols.
- Canadians should be weaned from hydrocarbon-containing fuels altogether as soon as vehicles which can run on methanol, hydrogen or electricity become available and their fuels can be produced in quantity.

Options for nonconventional propulsion are discussed individually in the following sections.

1. PROPANE

Propane is a hydrocarbon fuel but it can nevertheless play an important role in the transition taking us from a gasoline-powered transportation sector to one powered by hydrogen and electricity. Propane is a short-chain (C_3H_8), gaseous hydrocarbon which becomes a liquid under relatively low pressure. It can be stripped from *wet* natural gas or it can be produced from oil in petroleum refineries. (Wet or raw gas is natural gas containing liquid hydrocarbons. Propane is one of the "natural gas liquids" recovered in processing wet gas.) These two sources produce about 130,000 barrels/day of propane and of this amount approximately one-half is exported. Since propane production exceeds domestic demand, the discontinuation of exports would leave a significant quantity of this alternative energy currency in Canada to be used as a transportation fuel.

Propane can substitute for gasoline in conventional engines if modifications are made to the carburetor and fuel system and if a propane storage tank is added. These changes cost from $1,200 to $1,500 and produce several advantages in addition to substituting for gasoline: the combustion efficiency of the engine rises, thereby lowering the energy demand of the engine by as much as 10%; there may be lower maintenance costs for propane-fueled engines; and engine life may be extended by two to three times.

In the Committee's view though there are factors which will ultimately limit the number of propane-powered vehicles in Canada. First, the propane resource is limited. We can make more available in Canada by limiting exports and increasing the amount of propane produced by refineries, but the amount we can expect to produce from increasingly "dry" gas fields and our petroleum resources is finite. Second, being a fossil fuel, propane is a nonrenewable source of energy, and it doesn't make sense to substitute one diminishing resource for another, except as a short-term measure to aid in the transition to sustainable energy sources. Third, the distribution system for propane is not well developed, a factor which should restrict the use of propane to fleets of vehicles which are used regularly and fueled at a central source.

CONCLUSION

Propane-powered vehicles can help Canada consume less oil and aid in the transition period during which more exotic forms of propulsion are developed and hydrocarbons are phased out as transportation fuels.

RECOMMENDATION

Propane use should be encouraged in the short and medium term for vehicle fleets refueled at central locations.

2. COMPRESSED NATURAL GAS

Natural gas is composed predominantly of the gaseous hydrocarbon methane (CH_4). Unlike propane, it is an abundant resource which could power much of the transportation sector for a number of years to come should the decision be made to encourage its use. It is an efficient, clean-burning fuel which can be used in conventional engines if they are suitably modified — a change which costs around $1,500, or slightly more than the cost of conversion to propane use.

Natural gas can be used either as a compressed gas (compressed natural gas, or CNG) or as a liquid (liquefied natural gas, or LNG). There are, however, handling and safety problems associated with LNG which preclude its gaining widespread acceptance as an alternative transportation fuel. Thus, if expanded use is to be made of natural gas for motor fuel, it should be done by exploiting CNG.

There are limiting factors which may restrict the use of CNG-powered vehicles, however. The cars will require large, heavy fuel tanks because of the low energy density (low amount of energy per unit volume of gas) of the CNG fuel and will have only limited range. In addition, compressor stations will be required at fuel distribution centres to fill the storage tanks.

dant un certain temps encore les hydrocarbures classiques et nouveaux jusqu'à ce que l'on ait pu mettre au point des solutions de remplacement.

La transition progressive vers de nouveaux combustibles se fera obligatoirement en plusieurs étapes.

- Il faudra promouvoir la conservation des combustibles classiques en encourageant les consommateurs à réduire leurs déplacements non indispensables et à veiller à ce que le moteur de leur véhicule soit bien au point et en bon état de marche.
- Il faudra mettre sur le marché une vaste gamme de nouveaux véhicules qui permettront un meilleur rendement du carburant.
- Les spécifications de raffinage du pétrole devront être modifiées afin de permettre aux raffineries d'extraire davantage d'essence et de carburant diesel de chaque baril de pétrole brut.
- Il faudra promouvoir l'emploi des hydrocarbures qui sont actuellement sous-utilisés dans le secteur des transports, tels que le propane et le gaz naturel comprimé, et faire durer plus longtemps les approvisionnements d'essence en mélangeant celle-ci à des alcools de propulsion.
- Il faudra s'efforcer de dissuader complètement les Canadiens de consommer des carburants contenant des hydrocarbures et ce, dès que l'on pourra disposer de véhicules fonctionnant au méthanol, à l'hydrogène ou à l'électricité.

On trouvera ci-dessous une étude de chacune des options de propulsion de type non classique.

1. LE PROPANE

Bien qu'il s'agisse d'un hydrocarbure, le propane peut jouer un rôle important dans le cadre de la transition qui doit permettre au secteur des transports de passer d'un système basé sur l'essence à un système basé sur l'hydrogène et l'électricité. Le propane est un hydrocarbure gazeux à chaîne courte (C_3H_8) qui devient liquide à des pressions relativement basses. On peut l'extraire du gaz naturel *humide* ou le produire à partir de pétrole en raffinerie. (Le gaz humide ou brut est un gaz naturel qui contient des hydrocarbures liquides. Le propane est l'un des «liquides de gaz naturel» récupéré lors du traitement du gaz liquide.) Ces deux sources produisent environ 130,000 barils de propane par jour dont la moitié à peu près est exportée. Du fait que la production est supérieure à la demande intérieure, on pourrait, en interrompant les exportations, disposer au Canada d'une quantité importante de cette devise énergétique de remplacement qui pourrait servir de carburant dans le secteur des transports.

On peut substituer le propane à l'essence dans les moteurs classiques à condition de modifier le carburateur et le système d'alimentation et d'installer un réservoir de propane. Ces changements coûtent entre $1,200 et $1,500 et offrent des avantages supplémentaires, notamment un meilleur rendement de combustion qui peut réduire jusqu'à 10% la demande énergétique du moteur. Il est également probable que les frais d'entretien des moteurs à propane seront moins élevés et que la durée de vie du moteur doublera ou triplera.

Le Comité estime cependant que certains facteurs limiteront en fin de compte le nombre de véhicules au propane au Canada. Tout d'abord les ressources de propane sont limitées. Le Canada peut disposer d'une plus grande quantité de propane en réduisant les exportations et en augmentant la production des raffineries mais la quantité que nous pouvons espérer extraire de nos ressources pétrolières et de nos champs de gaz qui s'épuisent de plus en plus, est cependant limitée. En deuxième lieu, en tant qu'hydrocarbure de combustibles fossiles, le propane est une source d'énergie non renouvelable et il ne serait pas logique de substituer une ressource qui s'épuise à une autre ressource qui s'épuise, sauf s'il s'agit d'une mesure à court terme destinée à faciliter la transition vers des sources d'énergie durables. Enfin, le réseau de distribution du propane n'est pas bien développé, ce qui limite l'emploi du propane aux parcs de véhicules que l'on utilise régulièrement et qui se ravitaillent à un dépôt central.

CONCLUSION

Les véhicules fonctionnant au propane peuvent aider les Canadiens à réduire leur consommation de pétrole et les aider pendant la période de transition où l'on mettra au point des formes de propulsion plus exotiques et où les hydrocarbures seront progressivement éliminés comme carburant utilisé dans le secteur du transport.

RECOMMANDATION

A court et à moyen terme, on devrait encourager le recours au propane pour les parcs de véhicules se ravitaillant dans des dépôts centraux.

2. GAZ NATUREL COMPRIMÉ

Le gaz naturel est surtout composé de méthane (CH_4) lequel est un hydrocarbure gazeux. Contrairement au propane, il est abondant et, si l'on décidait d'encourager son utilisation, il pourrait alimenter une grande partie du secteur des transports pendant un certain nombre d'années. C'est un combustible à bon rendement, qui brûle sans résidu et qu'on peut utiliser dans les moteurs classiques après les avoir modifiés. Cette

In principle, using natural gas *directly* as an alternative transportation fuel makes better *energy* sense than converting it to methanol or synthetic gasoline because the steps required to "upgrade" it necessarily consume a portion of the energy contained in the raw resource. However, it may not make better *economic* sense when other parameters are taken into consideration. There would be significant costs involved in converting large numbers of conventional vehicles to CNG use and in installing a distribution network for compressed natural gas. For these reasons, some have suggested that synthetic gasoline made from natural gas would make better economic sense as a transportation fuel than CNG. They point out that existing conventional internal combustion engines could remain in use, and that the distribution network for gasoline is already in place. They also remark that it would not be necessary to invest time, money and energy in designing and building new kinds of engines.

It is indeed unfortunate that there are no hard economic data to indicate which of the CNG or synthetic gasoline routes would be preferable. Nevertheless, there are some basic scientific principles upon which a decision can be made. The long-term objective advanced by Committee is to get away from the use of nonrenewable fossil fuels. Thus any development of CNG-powered vehicles can only be viewed as a short-term alternative which can reduce our dependence on gasoline and help us through the transition to an electric- and hydrogen-powered transportation sector.

CONCLUSION

The Committee accepts the view that CNG-powered vehicles represent a short-term option for helping Canada reduce its dependence on gasoline. Natural gas is not, however, seen as a long-term alternative fuel for the transportation sector since this would not be in keeping with the strategy of reducing Canada's dependence on fossil fuel as an energy source.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that compressed natural gas be encouraged for use as a fuel in large fleets of vehicles which travel limited distances and are fueled at central filling stations.

3. SYNTHETIC GASOLINE

Mobil Oil has developed a method of making synthetic gasoline from methanol using natural gas as the primary feedstock. It has been called the Methanol-to-Gasoline (MTG) synthesis and, recently, New Zealand decided to use this process to produce synthetic gasoline from its abundant natural gas resources. This makes eminent good sense for a country with no petroleum and plenty of methane. It may not make sense for Canada with its host of alternative energy resources.

New Zealand chose the American Mobil process (for producing gasoline from fossil fuel-derived methanol) over an adaptation of South Africa's version of Fischer-Tropsch synthesis, for a variety of reasons. For a given feed rate of natural gas, the Mobil process has a higher yield of liquid hydrocarbon products than has either of the two commercial versions of the Fischer-Tropsch process. The high selectivity in product formation which is characteristic of the Mobil process results in a better overall thermal efficiency (56-58%) than that achieved by the Fischer-Tropsch route (44-53%), although it is less than that achieved for methanol synthesis alone (60-64%). Finally, the capital investment required for an MTG process plant is less than that required for a Fischer-Tropsch, Sasol-type installation.

The MTG process produces a gasoline which contains few impurities and has a boiling point range similar to that of premium gasoline. With suitable additives, synthetic gasoline has passed tests for carburetor detergency, emulsion formation, filterability, metal corrosion, and storage stability. Vehicle tests have shown the product to provide performance similar to that derived from premium unleaded gasoline.

Summary of the Mobil Methanol-to-Gasoline (MTG) Process

In the Mobil Methanol-to-Gasoline process, methanol is converted to gasoline over a zeolite catalyst. Methanol is first reversibly dehydrated to dimethylether, then these two oxygenates dehydrate further to yield light olefins which in turn react to form heavier olefins. In the last of the sequence of reactions, the heavy olefins rearrange to form paraffins, cycloparaffins and aromatics (i.e., synthetic gasoline).

$$2CH_3OH \rightleftarrows CH_3OCH_3 + H_2O$$

$$\downarrow$$

light olefins + H_2O

$$\downarrow$$

C_5 + heavier olefins

$$\downarrow$$

paraffins + cycloparaffins + aromatics
(synthetic gasoline)

Due to the peculiar three-dimensional structure of the zeolite catalyst used in the process, few hydrocarbons larger than C_{10} are produced. This is an important feature of the MTG process since no distillation or refining of the synthetic gasoline is required to remove heavy hydrocarbon compounds.

Source: After Lee, W. *et al*, 1980.

conversion coûte environ $1,500, c'est-à-dire un peu plus que la conversion au propane.

On peut utiliser le gaz naturel sous forme de gaz comprimé (gaz naturel comprimé ou GNC) ou sous forme de liquide (gaz naturel liquéfié ou GNL). Cette dernière formule pose cependant des problèmes de manutention et de sécurité qui l'empêcheront d'être généralement acceptée comme carburant, de remplacement dans le secteur des transports. Si le gaz naturel doit servir de carburant sur une grande échelle, ce sera donc sous forme de gaz comprimé.

Certaines contraintes peuvent toutefois limiter l'utilisation des véhicules à gaz naturel comprimé. Les voitures devront posséder de gros réservoirs en raison de la faible densité énergétique du GNC (faible quantité d'énergie par volume unitaire de gaz) et n'auront qu'une autonomie restreinte. De plus, il faudra installer des postes de compression aux centres de distribution du combustible pour remplir les réservoirs.

D'un point de vue *énergétique*, il est en principe plus logique d'utiliser le gaz naturel *directement* comme combustible de remplacement pour les transports que de le convertir en méthanol ou en essence synthétique parce que les procédés utilisés pour cette conversion consommeront nécessairement une partie de l'énergie contenue dans la ressource brute. Mais, d'un point de vue *économique*, il est possible que l'utilisation directe soit moins logique si l'on tient compte d'autres facteurs. La conversion au GNC d'un grand nombre de véhicules classiques et la mise en place d'un réseau de distribution du gaz entraîneraient des coûts considérables et certains ont suggéré que, sur le plan économique, l'essence synthétique tirée du gaz naturel serait plus avantageuse que le GNC comme carburant dans le secteur des transports. A l'appui de leur argument, ils avancent que les moteurs à combustion interne existants n'auraient pas besoin d'être convertis et que l'on pourrait d'autre part utiliser le réseau de distribution de l'essence déjà en place. Ils font également remarquer qu'il n'y aurait pas lieu de consacrer temps, argent et énergie à la conception et à la construction de nouveaux types de moteur.

Il est regrettable que nous ne disposions d'aucune donnée économique solide pour nous aider à choisir entre le gaz naturel comprimé et l'essence synthétique. Il est néanmoins possible de prendre une décision en tenant compte de certains principes scientifiques fondamentaux. L'objectif à long terme préconisé par le Comité est de renoncer à l'emploi des combustibles fossiles non renouvelables. Toute mise au point de véhicules au GNC ne peut donc être qu'une solution à court terme pour réduire notre dépendance à l'égard de l'essence et nous faciliter la transition vers un secteur des transports basé sur l'électricité et l'hydrogène.

CONCLUSION

Le Comité reconnaît que les véhicules à GNC constituent une option à court terme qui permettrait aux Canadiens de réduire leur dépendance à l'égard de l'essence. Par contre, en tant que carburant du secteur des transports, le gaz naturel ne semble pas être une solution à long terme car cela va à l'encontre de la stratégie visant à réduire la dépendance du Canada à l'égard des combustibles fossiles comme source d'énergie.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande d'encourager l'utilisation du gaz naturel comprimé comme combustible pour les grands parcs de véhicules qui ne couvrent que de faibles distances et se ravitaillent à des dépôts centraux.

3. ESSENCE SYNTHÉTIQUE

Mobil Oil a mis au point une méthode de production d'essence synthétique à partir du méthanol en utilisant le gaz naturel comme charge principale d'alimentation. Il s'agit de ce que l'on appelle la synthèse méthanol-essence (MTG) et la Nouvelle-Zélande a récemment décidé de produire de l'essence synthétique par ce procédé à partir de ses abondantes réserves de gaz naturel. C'est là une solution très logique pour un pays qui n'a pas de prétrole mais beaucoup de méthane. Cette solution peut être moins intéressante pour le Canada qui dispose de diverses sources d'énergie de remplacement.

A une adaptation de la version sud-africaine du procédé de synthèse Fischer-Tropsch, la Nouvelle-Zélande a préféré le procédé américain de Mobil (pour produire de l'essence à partir du méthanol dérivé des combustibles fossiles) et ce pour diverses raisons. Pour un même taux d'alimentation en gaz naturel, le procédé Mobil produit davantage d'hydrocarbures liquides que l'une ou l'autre version du procédé Fischer-Tropsch. La grande sélectivité de la formation des produits qui caractérise le procédé Mobil se traduit par un meilleur rendement thermique d'ensemble (56% à 58%) que celui obtenu par le procédé Fisher-Tropsch (44% à 53%), bien qu'il soit inférieur à celui obtenu pour la simple synthèse du méthanol (60% à 64%). Enfin, l'investissement exigé par une installation de synthèse MTG est inférieur à celui d'une installation Fischer-Tropsch du type Sasol.

Le procédé MTG produit une essence qui contient peu d'impuretés et dont le point d'ébullition a une gamme semblable à celle de l'essence super. Après avoir reçu les additifs nécessaires, l'essence synthétique a subi avec succès tous les essais sur la détergence du

With these considerations in mind, some observers suggest that the production of synthetic gasoline from Canada's large, and at the present time surplus, natural gas resources represents a golden opportunity for making large quantities of liquid transportation fuels. However, the Committee has already stated that weaning Canadians from fossil fuels should be the major objective of an alternative energy strategy and it would not be consistent with this philosophy for us to recommend the production of a hydrocarbon transportation fuel from a nonrenewable resource. For this reason methanol is favoured to help us through the transition to a hydrogen- and electric-powered future.

Some claim that synthetic gasoline makes better economic sense than methanol because existing internal combustion engines could remain in use and because the distribution network for gasoline is already in place, neither being the case for methanol. Furthermore, if large supplies of synthetic gasoline were made available, it would not be necessary to undergo the undeniably costly endeavour of designing, testing, building and distributing new methanol-fueled automobile engines. While there are insufficient data to determine which route would be preferable, there are some fundamental considerations which can point us in the right direction — and that direction is towards methanol, not synthetic gasoline.

First, no matter how efficient the synthesis can be made, some energy will be required to convert methanol to gasoline. Second, the Mobil process involves deliberately converting a readily biodegradable and water-soluble compound (methanol) into a toxic, less clean-burning, more explosive and non-water-soluble substance (gasoline). Third, the technology for methanol production is considered to be available "off-the-shelf" whereas the Mobil synthetic gasoline step is as yet commercially unproven. Fourth, the MTG step involves a capital investment approximately 25% larger than that required for methanol synthesis. Fifth, the continued availability of gasoline will hinder the development of new types of engines. Sixth, and perhaps most important, a large commitment to synthetic gasoline production from the Mobil process would merely substitute one nonrenewable resource (gas or coal) for another (oil) as a source of gasoline. This would completely ignore the concept of basing our energy system on sustainable energy resources and would worsen the serious environmental problems already developing as a result of the accelerating use of hydrocarbons as sources of energy.

RECOMMENDATION

Because synthetic gasoline does not reduce hydrocarbon usage and because its production is nonconserving in nature, the Committee recommends that the production of synthetic gasoline from fossil fuel resources should not be viewed as an alternative energy solution of major importance for the transportation sector.

4. ALCOHOLS

Two alcohols have generated worldwide interest as alternative liquid transportation fuels or as extenders for gasoline. They are ethanol (ethyl alcohol, grain alcohol, C_2H_5OH) and methanol (methyl alcohol, wood alcohol, CH_3OH). They can both be used pure in specially designed alcohol-burning engines or they can be mixed in varying proportions with gasoline to form gasohol. The United States markets gasohol as a 9:1 mixture of gasoline and ethanol (10% ethanol) and Brazil markets a gasohol composed of approximately 20% ethanol. In Canada, Mohawk Oil has refurbished a distillery in Manitoba to produce two million gallons of ethanol a year for blending with gasoline.

In addition to extending supplies of gasoline (and diesel), the use of alcohols as power fuels can provide other benefits as well. Ethanol and methanol can be produced from a variety of feedstocks and they are biodegradable and water-soluble. This means that spills of alcohols in the environment are much less damaging than spills of gasoline or other petroleum products. Alcohols can be quickly broken down by living organisms and they can be easily diluted to non-toxic concentrations with water. Because alcohols contain no highly volatile fractions, alcohol fires do not start as easily as gasoline fires and, when ignited, they give off much less radiant heat and can be extinguished with water.

Emissions of carbon dioxide, carbon monoxide and hydrocarbons from alcohol-powered vehicles may be reduced compared with gasoline engines but there is still some controversy over the health hazard of aldehyde emissions which would be produced by alcohol engines. If research indicates aldehyde emissions from uncontrolled engines do pose a serious health hazard, however, oxidation catalysts can be 80 to 90% effective in aldehyde removal. Nitrous oxide emissions are significantly reduced in alcohol engines because the fuel is burned at lower temperatures than in gasoline engines. (Lower combustion temperatures mean that less of the air's natural content of nitrogen is converted to NO_x during combustion.) Alcohols can replace tetraethyl lead as an octane booster in low-quality gasoline, thereby reducing knock, ping and run-on.

There are some disadvantages in mixing alcohols with gasoline. They must be anhydrous for mixing to be permanent; if water is present, the alcohol and gasoline rapidly separate, much like oil and vinegar separate after shaking — a phenomenon called phase separation. In this regard methanol is considerably less tolerant of water than is ethanol. Gasohol evaporates more easily

carburateur, la formation d'émulsion, la capacité de filtrage, la corrosion du métal et la stabilité d'entreposage. Les essais sur véhicules ont montré que le produit permet de réaliser des performances semblables à celles de l'essence super sans plomb.

En tenant compte de ces facteurs, certains observateurs ont fait remarquer que les grandes réserves de gaz naturel du Canada (actuellement en surplus) offrent l'occasion unique de produire de grandes quantité d'essence synthétique pour le secteur des transports. Cependant, le Comité a déjà indiqué que le principal objectif d'une stratégie d'énergie de remplacement serait de détourner les Canadiens des combustibles fossiles et qu'il ne serait pas conforme à cette philosophie de recommander la production d'un hydrocarbure pour les transports à partir d'une ressource non renouvelable. C'est pourquoi nous préconisons le recours au méthanol pour faciliter la transition vers un avenir basé sur l'hydrogène et l'électricité.

Aperçu du procédé de synthèse méthanol-essence (MTG) de Mobil

Dans la synthèse méthanol-essence de Mobil, le méthanol est transformé en essence à l'aide d'un catalyseur à base de zéolithe. On déshydrate tout d'abord le méthanol (de façon réversible) pour le changer en éther diméthylique puis on déshydrate encore ces deux produits pour obtenir des oléfines légères qui réagissent à leur tour pour former des oléfines plus lourdes. Dans la dernière réaction de la séquence, les oléfines lourdes se réarrangent pour former des paraffines, des cycloparaffines et des aromatiques (c'est-à-dire de l'essence synthétique).

$$2\ CH_3OH \rightleftarrows CH_3OCH_3 + H_2O$$

↓

oléfines légères + H_2O

↓

C_5 + oléfines plus lourdes

↓

paraffines + cycloparaffines + aromatiques
(essence synthétique)

En raison de la structure tridimensionnelle particulière du catalyseur à base de zéolithe utilisé, ce procédé produit peu d'hydrocarbures plus grands que C_{10}. C'est là un aspect important du procédé MTG car il n'exige aucune distillation ni aucun raffinage de l'essence synthétique pour éliminer les composés d'hydrocarbures lourds.

Sources: d'après Lee, w. et *al.*, 1980.

Certains soutiennent que l'essence synthétique est une option plus sensée que le méthanol parce qu'on pourrait continuer d'utiliser les moteurs à combustion interne existants et parce qu'il y a déjà un réseau de distribution d'essence en place, ce qui n'est pas le cas pour le méthanol. De plus, si on pouvait disposer de grandes quantités d'essence synthétique, il ne serait pas nécessaire de dépenser des sommes importantes pour entreprendre la conception, les essais, la construction et la distribution de nouveaux moteurs d'automobile au méthanol. Bien que nous n'ayons pas encore suffisamment de données pour savoir quelle option choisir, il y a certaines considérations de base qui peuvent nous indiquer la bonne direction et cette direction, c'est celle du méthanol et non pas celle de l'essence synthétique.

En premier lieu, quelle que soit l'efficacité du procédé de synthèse, il faudra de l'énergie pour transformer le méthanol en essence. Deuxièmement, le procédé Mobil est en fait la conversion délibérée d'un composé soluble dans l'eau et facilement biodégradable (méthanol) en une substance nocive, plus explosive, brûlant avec plus de résidus et insoluble dans l'eau (essence). Troisièmement, on peut dire que la technologie de la production de méthanol est de disponibilité courante alors que le procédé Mobil n'a pas encore fait ses preuves à l'échelle commerciale. Quatrièmement, le procédé MTG exige environ 25 % de plus d'investissements que la synthèse du méthanol. Cinquièmement, si l'on continue à disposer d'essence, on ne sera pas porté à mettre au point de nouveaux types de moteur. Enfin, et il s'agit peut-être de l'argument le pus important, en se lançant résolument dans la production d'essence synthétique à l'aide du procédé Mobil, on ne ferait que substituer une ressource non renouvelable (gaz ou charbon) à une autre (pétrole) comme source d'énergie, rejetant ainsi l'idée de fonder notre filière énergétique sur des ressources durables et aggravant les sérieux problèmes de pollution de l'environnement qui se posent déjà en raison de l'utilisation de plus en plus fréquente des hydrocarbures comme source d'énergie.

RECOMMANDATION

Étant donné que l'essence synthétique ne réduit pas l'utilisation des hydrocarbures et que sa production ne conserve pas l'énergie, le Comité recommande qu'on ne retienne pas la production d'essence synthétique à partir de combustibles fossiles comme option énergétique de premier plan pour le secteur des transports.

4. ALCOOLS

On s'est intéressé un peu partout à deux alcools susceptibles d'être mélangés à l'essence ou de la rem-

than either gasoline or alcohol alone and problems with vapour lock may consequently arise, although this has not been the case in the Brazilian experience. There may be problems with cold temperature starts in vehicles using straight alcohols or gasohols (more so with methanol than ethanol) but these difficulties have been solved in Brazil by starting engines with gasoline in cold weather and then switching to alcohol when the engine is sufficiently warm. Further research and development will be required to develop start-up systems which are dependable in the Canadian environment.

The use of *pure* alcohols for fuel would eliminate problems of phase separation which are characteristic of gasoline/alcohol blends. It would also eliminate the problem of making the alcohol anhydrous, as straight alcohol engines can tolerate water (although it lowers power output).

Much concern has been expressed about the fact that alcohols do not have the lubricating properties of petroleum compounds. Nevertheless, experience in Brazil has indicated that accelerated wear of engine parts is not a problem with ethanol-powered vehicles.

Certain components of conventional automobiles (the fuel tank, fuel pump, numerous plastic parts and so forth) can be more or less susceptible to attack by alcohols depending upon their composition. These obstacles have, however, been overcome by materials substitutions in ethyl-alcohol-burning engines such as those being built in Brazil, and experts in the automotive industry state that similar problems with methanol can be similarly solved. In fact, a number of American, European and Japanese auto manufacturers are already producing methanol and dual-fuel (alcohols or gasoline) engines for testing.

CONCLUSION

A great deal of experimentation is being done worldwide on alcohol engines and on dual-fuel engines which can use either gasoline or alcohols. The ethanol engine has already been perfected and is being mass-produced in Brazil. Internationally, a number of automobile manufacturers are also producing prototype methanol and dual-fuel (methanol/gasoline) engines. These are still being tested but as no market exists for methanol cars, no manufacturer is making a commitment to large-scale vehicle production. On the other hand, no potential methanol fuel producers are yet involved in commercial alcohol production because no market exists for the fuel.

RECOMMENDATION

To develop a truly alternative vehicle fuel option for consumers, the Committee recommends that the Government of Canada urge automobile manufacturers to produce methanol and dual-fuel engines in Canada. Through this action and the development of a methanol-fuel-producing industry, Canada could become a world leader in methanol production and utilization.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that ethanol produced in this country should be used for extending supplies of gasoline through the production of gasohol. We do not recommend the use of ethanol-powered cars as a major alternative transportation option.

5. ELECTRIC AND HYBRID VEHICLES

The era of the electric-powered automobile has been very slow in arriving. About 100,000 electric vehicles of myriad design, utilizing numerous different energy storage systems, are on the road around the world — a quantity approximately equal to the number of conventional cars produced daily. But without being unduly critical, they could be described collectively as slow, inefficient and expensive. They certainly hold great promise for the future but, to date, there have been severe problems in developing electric vehicles with the performance and range people have come to expect through experience with gasoline-powered cars. Moreover, manufacturers have not yet managed to make electric vehicles economically competitive with cars powered by internal combustion engines.

Electric vehicles are ideal for urban use because they are quiet, exceptionally clean in terms of operation and emissions, and can be "re-fueled" simply, if slowly, using existing technology. Electric cars would reduce the need for petroleum, provided that the electricity they used was not generated at oil-fired power stations.

The main problem with developing a practical and competitive electric vehicle has been the inability to produce inexpensive, reliable, lightweight, energy-dense and durable batteries. A large variety of battery systems is presently being tested but none has emerged which completely overcomes all of these difficulties. Analysts continue to say a quantum leap in battery technology must be made before electric vehicles become competitive with conventional cars in the automobile market.

Ford has been experimenting with at least four battery systems, including a high-temperature sodium-sulphur battery, but has met with little success so far. General Motors is committed to a nickel-zinc battery which can store two-and-one-half times as much energy per pound as the lead-acid batteries which have traditionally been used in electric cars but admits that range

placer comme carburant dans le secteur des transports. Il s'agit de l'éthanol (alcool éthylique, alcool de grain, C_2H_5OH) et du méthanol (alcool méthylique, alcool de bois, CH_3OH). On peut les utiliser tels quels, c'est-à-dire dans des moteurs conçus pour fonctionner à l'alcool ou on peut les mélanger à l'essence dans des proportions variées pour obtenir du gazohol. Aux États-Unis, le gazohol qui est commercialisé comprend 90% d'essence et 10% d'éthanol et sur le marché brésilien, on trouve un gazohol contenant environ 20% d'éthanol. Au Canada, Mohawk Oil a réaménagé une distillerie du Manitoba pour produire deux millions de gallons d'éthanol par an dans le but de mélanger cet éthanol à de l'essence.

Le prolongement de la durabilité des réserves d'essence (et de carburant pour moteur diesel) n'est pas le seul avantage qu'offre l'emploi d'alcools comme carburant. On peut produire l'éthanol et le méthanol à partir d'une variété de charges d'alimentation et tous deux sont biodégradables et solubles dans l'eau. Cela veut dire que les déversements d'alcools sont bien moins sérieux pour l'environnement que les déversements d'essence ou d'autres produits du pétrole. Les alcools peuvent être rapidement décomposés par les organismes vivants et se diluent facilement dans l'eau pour atteindre des concentrations non nocives. Comme les alcools ne contiennent aucune fraction très volatile, les incendies d'alcool ne se déclarent pas aussi facilement que les incendies d'essence, dégagent moins de chaleur rayonnante et peuvent être éteints avec de l'eau.

Les moteurs des véhicules à alcool peuvent produire moins d'émissions de gaz carbonique, d'oxyde de carbone et d'hydrocarbures que les moteurs à essence mais il existe certains doutes sur les dangers pour la santé que représentent les émissions d'aldéhyde produites par les moteurs à alcool. Signalons toutefois qu'il est possible d'installer sur les moteurs un catalyseur d'oxydation capable d'éliminer de 80% à 90% des émissions d'aldéhyde, si les recherches prouvent que ces émissions sont nuisibles. Les moteurs à alcool produisent bien moins d'émissions d'oxyde azoteux que les moteurs à essence parce que la combustion se fait à des températures plus basses. (En raison de la température de combustion moins élevée, une moindre proportion de l'azote se trouvant dans l'air est changée en oxyde pendant la combustion.) On peut utiliser de l'alcool au lieu de plomb tétraéthyle pour augmenter l'indice d'octane des essences de qualité inférieure et réduire le cognement, le cliquetis et l'auto-allumage.

Le mélange d'alcools à l'essence n'est pas sans présenter certains inconvénients. Pour que le mélange soit permanent, il faut que les alcools soient anhydres car en présence d'eau, l'alcool et l'essence se séparent rapidement, un peu comme l'huile et le vinaigre dans une vinaigrette. C'est ce qu'on appelle la séparation de phase. Sur ce plan, le méthanol tolère moins bien l'eau que l'éthanol. Le gazohol s'évapore plus facilement que l'essence ou l'alcool et cela pourrait poser des problèmes de tension de vapeur, bien que les Brésiliens n'en aient pas connus. Par temps froids, on peut avoir du mal à faire démarrer un moteur à alcool ou à gazohol (le problème est plus aigu avec le méthanol qu'avec l'éthanol) mais les Brésiliens ont tourné cette difficulté en faisant démarrer le moteur à l'essence puis en passant à l'alcool quand le moteur est assez chaud. Il faudra effectuer d'autres travaux de recherche et développement pour mettre au point des systèmes de démarrage adoptés à l'environnement canadien.

En utilisant de l'alcool *pur* comme combustible, on pourrait éliminer les problèmes de séparation de phase qui caractérisent les mélanges essence-alcool. On n'aurait pas non plus à rendre l'alcool anhydre car les moteurs à alcool pur peuvent tolérer l'eau (mais au prix d'une baisse du rendement).

Les alcools ne possèdent aucune des propriétés lubrifiantes des composés du pétrole et cela n'est pas sans causer certaines préoccupations, mais l'expérience brésilienne indique que les véhicules fonctionnant à l'éthanol ne connaissent pas d'usure accélérée des pièces de leur moteur.

Compte tenu de leur composition, certains éléments des automobiles classiques (réservoir de carburant, pompe de carburant, de nombreuses pièces de plastique, etc.) peuvent être plus ou moins attaqués par l'alcool. On a toutefois pu résoudre ce problème en utilisant des matériaux différents dans les moteurs à alcool éthylique comme on l'a fait au Brésil et les experts de l'automobile affirment que les problèmes semblables que pose le méthanol peuvent être résolus de la même façon. En fait un certain nombre de constructeurs américains, européens et japonais produisent déjà des moteurs à gazohol et des moteurs mixtes (alcools ou essence) aux fins d'essais.

CONCLUSION

On procède dans le monde entier à de nombreux travaux de recherche expérimentale sur les moteurs à alcool ainsi que sur les moteurs mixtes qui peuvent utiliser soit l'alcool soit l'essence. Le moteur à éthanol a déjà été mis au point au Brésil où il est produit sur une grande échelle. Dans d'autres pays, un certain nombre de constructeurs automobiles fabriquent également des prototypes de moteur à méthanol et de moteur mixte (méthanol/essence). Ces moteurs continuent de faire l'objet d'essais, mais comme il n'y a pas de marché pour les automobiles à méthanol, les constructeurs hésitent à se lancer dans la production en série de

and performance need to be improved. It proposes marketing electric vehicles as early as 1985, however, and predicts that sales of electric cars will reach 200,000 units by 1990. American Motors is producing a limited number of electric jeeps and Chrysler is not in the electric car game at all. The U.S. company Gulf and Western Industries recently announced development of a zinc-chlorine battery which it believes will revolutionize the electric vehicle industry and projects sales of 1.3 million units annually by 1990.

A particularly interesting approach to battery development was introduced to the Committee during its visit to the Lawrence Livermore National Laboratory in California. The Laboratory has been named by the U.S. Department of Energy as the lead institution in developing an aluminum-air battery. What is most exciting about this as yet unproven technology is the fact that the battery system promises acceleration, range and refueling times comparable to today's autombiles. Costs are projected to be equivalent to those of conventional automobiles when gasoline prices reach the range of $2 to $3 per (U.S.) gallon.

It was suggested to the Committee that a prototype vehicle powered by an aluminum-air battery could be developed by 1987, assuming that the Department of Energy gives the research a fairly high priority. Experts at Lawrence Livermore believe that these vehicles could be available as early as 1985 if a crash development program were authorized.

Electricity is produced in aluminum-air power cells by reacting aluminum metal with atmospheric oxygen in the presence of an electrolyte. The product of this electrochemical reaction is an aluminum compound which can be recycled at an aluminum manufacturing plant. Aluminum battery plates, with their high energy to weight ratio, thus provide a particularly attractive link between the source of electricity and the transportation sector (Figure 6-22). As far as air pollution is concerned with this particular battery technology, emission control systems would be required only at aluminum production plants and at electrical generating stations.

Aluminum-air batteries are non-rechargeable in the conventional sense, as the battery is replenished mechanically by replacing exhausted plates with new ones. Given the battery's high energy density, a vehicle may be driven up to several thousand kilometres on one set of plates but vehicle range is determined by the necessity to add water to the battery, probably every 400 to 600 kilometres. When water is added to the battery, the waste aluminum compound formed during operation is removed for recycling.

The Committee also learned of Canadian interest in developing such a battery system. The Defence Research Establishment in Ottawa has investigated the aluminum-air battery for military applications. A company in Toronto is interested in the battery's commercial development and has an arrangement with Lawrence Livermore for the exchange of R & D information.

Since the United States is already proceeding with an active program to develop the aluminum-air battery for automotive applications, the Toronto company proposes to investigate other, more specialized uses of such battery systems in remote communities, at isolated telecommunications facilities, in navigational aids, in the household, in recreational settings, in mine vehicles, and for emergency purposes. This company does not intend to develop the aluminum-air battery for an automotive application but instead plans to import that technology from the United States.

CONCLUSION

Although the development of the aluminum-air battery is still in its early stages and remains a risky venture in a commercial sense, its potential for application in Canada looks very promising considering our abundant hydro-electric resource and our large aluminum smelting capability.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that the Federal Government closely monitor the development of the aluminum-air battery system and that it support commercialization of this power system in Canada.

As well as in the United States, research on electric vehicles is being carried out in the United Kingdom, France, West Germany and Italy, and a large commitment to electric vehicle RD & D has been made in Japan. Interestingly enough, these countries are all relatively small and densely populated and the interest in electric cars may derive as much from environmental concern as it does from worry about petroleum supplies.

Very little electric vehicle research is yet being done in Canada but one company in Montreal has produced two types of vehicles powered by lead-acid batteries. A 1978 report on Canadian electric vehicle production stated that practically all the resources required to develop an electric vehicle industry exist in Canada and that most of the components for a complete vehicle can be produced by Canadian companies already supplying parts for vehicles under the Canada-U.S. auto pact.

CONCLUSION

The Committee recognizes that if Canada is going to direct its efforts towards developing a

ces véhicules. D'un autre côté, aucun producteur potentiel de méthanol ne se livre pour le moment à la production commerciale d'alcool puisqu'il n'existe aucun marché pour ce carburant.

RECOMMANDATION

Pour mettre au point un véritable carburant de remplacement, le comité recommande que le gouvernement canadien encourage activement les constructeurs automobiles à produire des moteurs à méthanol et des moteurs mixtes au Canada. En prenant ces mesures et en développant une industrie du méthanol, le Canada pourrait occuper le premier rang dans la production et l'utilisation du méthanol.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande que l'éthanol produit au Canada serve à prolonger la durabilité des réserves d'essence grâce à la production de gazohol. Il ne recommande pas le recours aux véhicules à éthanol comme option importante pour les transports.

5. VÉHICULES ÉLECTRIQUES ET VÉHICULES HYBRIDES

L'âge de l'automobile électrique a mis beaucoup de temps à voir le jour. Dans le monde entier, il n'y a guère que 100,000 véhicules électriques, ce qui correspond plus ou moins au nombre de voitures classiques produites quotidiennement. Leur conception varie beaucoup de même que leur système d'emmagasinage de l'énergie et, sans vouloir être trop critique, on peut dire que dans l'ensemble ces véhicules sont lents, peu efficaces et chers. Ils sont probablement destinés à avoir un grand avenir mais, pour le moment, on n'a pas été en mesure de mettre au point des véhicules électriques ayant les performances et le rayon d'action auxquels les voitures à essence nous ont habitués. Les constructeurs n'ont pas non plus réussi à produire des véhicules électriques dont le prix concurrence celui des voitures à combustion interne.

Les véhicules électriques sont la solution idéale pour la conduite en ville parce qu'ils sont silencieux, extrêmement propres du point de vue du fonctionnement et des émissions, et qu'ils peuvent être ravitaillés simplement, bien que lentement, à l'aide de la technologie existante. Ils pourraient nous aider à réduire nos besoins en pétrole, à condition que l'électricité qu'ils utilisent ne soit pas produite par des centrales alimentées au pétrole.

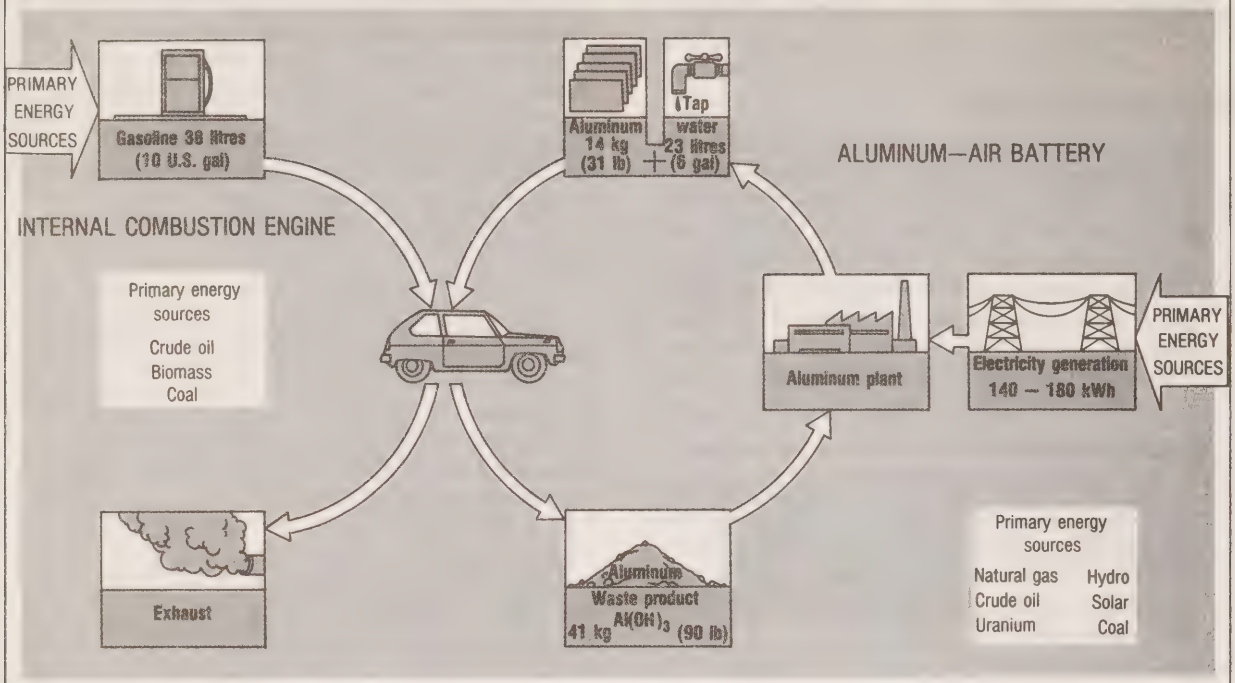
Le principal obstacle à la mise au point d'un véhicule électrique pratique et concurrentiel réside dans le fait qu'on n'a pas encore réussi à produire à bon marché des accumulateurs fiables, légers, durables et à forte densité énergétique. On continue à faire subir des essais à une grande variété de systèmes, mais il n'en existe aucun jusqu'à présent qui ait pu complètement résoudre toutes les difficultés mentionnées. Les analystes persistent à croire qu'il faudra que la technologie des accumulateurs fasse un pas gigantesque en avant pour que les véhicules électriques puissent arriver à concurrencer les voitures classiques sur le marché de l'automobile.

Ford a fait l'essai d'au moins quatre systèmes, dont un accumulateur au sodium-soufre à haute température, mais n'a pas obtenu de résultats très encourageants. General Motors a concentré tous ses efforts sur un accumulateur au nickel-zinc qui peut emmagasiner deux fois et demie plus d'énergie par livre que les accumulateurs au plomb utilisés d'habitude dans les véhicules électriques, mais la compagnie reconnaît qu'il reste encore des améliorations à apporter sur le plan des performances et du rayon d'action. Elle se propose toutefois de commercialiser des véhicules électriques dès 1985 et prévoit en vendre 200,000 d'ici 1990. American Motors produit des jeeps électriques en petit nombre et Chrysler ne s'intéresse pas du tout au véhicule électrique. Une compagnie américaine, Gulf and Western Industries, a récemment annoncé la mise au point d'un accumulateur au zinc-chlore qui, à son avis, révolutionnera l'industrie du véhicule électrique. Elle prévoit des ventes annuelles de 1.3 million d'accumulateurs d'ici 1990.

Un exemple intéressant de mise au point d'accumulateurs a été porté à l'attention du Comité quand ce dernier a visité le Laboratoire national Lawrence Livermore en Californie. Ce laboratoire a été désigné par le ministère américain de l'énergie pour mener les recherches sur l'accumulateur à aluminium-air. Ces techniques non encore éprouvées sont surtout intéressantes parce qu'elles permettent de déboucher sur un système d'accumulateur offrant une accélération, un rayon d'action et un temps de ravitaillement comparables à ceux d'une voiture classique d'aujourd'hui. On pense que le coût d'une automobile utilisant ce genre d'accumulateur fera concurrence à celui des automobiles classiques quand le prix de l'essence sera de $2 à $3 le gallon (américain).

On a indiqué au Comité qu'il serait possible de mettre au point un prototype de véhicule alimenté par un accumulateur à aluminium-air d'ici 1987, à condition que le ministère de l'Énergie accorde à cette recherche une assez grande priorité. Les experts de Lawrence Livermore pensent que ces véhicules pourraient être disponibles dès 1985 si le gouvernement autorise un programme intensif de mise au point.

Figure 6-22: A COMPARISON OF THE ALUMINUM-AIR BATTERY AND THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE



A New Approach to Automobile Propulsion

The aluminum-air battery provides electrical energy by reacting aluminum metal with atmospheric oxygen in the presence of an aqueous electrolyte. The reaction product is aluminum trihydroxide which can be recycled to produce more battery plates. Thus the reusable aluminum provides the link between any source of electricity and the transportation sector.

The Car

— 5-passenger vehicle weighing 1260 kilograms (2800 lb)
— Propelled by a 63.4 kilowatt (85 horsepower) engine
— Travelling a distance of 400 kilometres (250 miles)

Its Energy Requirements[a]

Aluminum-air battery

14 kilograms of aluminum produced with 140-180 kWh of electricity, derived from—

- 0.27 barrel of crude oil,
- 72 kilograms of coal, or
- 4 grams of uranium oxide.

Internal combustion engine

38 litres of gasoline, derived from —

- 0.25 barrel of crude oil,
- 90 kilograms of coal, or
- 180 kilograms of biomass.

The above data suggest that vehicles powered by aluminum-air batteries are not many years away from economic viability, if the RD & D program at Lawrence Livermore Laboratory lives up to its promise.

[a] The numbers quoted are characteristic of the U.S. energy system, and might differ in detail in the Canadian context.

Source: After "The Aluminum-Air Battery for Electric Vehicles: An Update", 1980, p. 3.

Dans les systèmes à aluminium-air, l'électricité est produite par la réaction de l'aluminium avec l'oxygène de l'air en présence d'un électrolyte. Cette réaction électrochimique produit un composé d'aluminium que l'on peut recycler dans une usine d'aluminium. En raison de leur rapport énergie-poids élevé, les plaques d'accumulateurs à l'aluminium constituent un lien idéal entre la source d'électricité et le secteur des transports (figure 6-22). En ce qui concerne la pollution atmosphérique pour ce type d'accumulateur, il suffirait de mettre en place des systèmes de contrôle des émissions dans les usines d'aluminium et dans les centrales.

Ces accumulateurs ne sont pas rechargeables au sens où on l'entend généralement car on «recharge» l'accumulateur en remplaçant les plaques mortes par de nouvelles plaques. Étant donné la grande densité énergétique des accumulateurs, on peut faire plusieurs milliers de kilomètres avec un seul jeu de plaques mais le rayon d'action du véhicule est limité par la nécessité d'ajouter de l'eau dans l'accumulateur, probablement tous les 400 à 600 kilomètres. Quand on ajoute l'eau, on enlève le composé d'aluminium qui s'est formé afin de le recycler plus tard.

Le Comité a appris que le Canada aussi s'intéressait à la mise au point d'un tel système. C'est ainsi qu'à Ottawa, l'Établissement de recherche pour la défense a étudié sur les applications militaires de ces accumulateurs. Une compagnie torontoise s'intéresse à leur mise au point commerciale et a passé avec Lawrence Livermore un accord réciproque pour l'échange d'informations sur la recherche et le développement.

Comme les États-Unis poursuivent déjà activement un programme de mise au point d'un accumulateur à aluminium-air pour l'industrie automobile, la compagnie torontoise se propose d'orienter ses recherches vers d'autres applications plus spécialisées, notamment l'utilisation d'accumulateurs dans les collectivités éloignées, dans les installations de communication isolées, pour les aides à la navigation, dans les foyers, dans les installations de loisirs, dans les véhicules des mines et comme moyen de secours. La compagnie n'a pas l'intention de mettre au point l'accumulateur à aluminium-air pour l'industrie de l'automobile mais compte importer cette technologie des États-Unis.

CONCLUSION

Bien que la mise au point d'un accumulateur à aluminium-air n'en soit encore qu'aux tous premiers stades et demeure une entreprise commerciale risquée, son application potentielle au Canada semble très prometteuse, compte tenu de nos abondantes ressources hydroélectriques et de nos vastes capacité de fusion de l'aluminium.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande que le gouvernement fédéral suive de près la mise au point de l'accumulateur à aluminium-air et en appuie la commercialisation au Canada.

D'autres recherches sur les véhicules électriques se poursuivent au Royaume-Uni, en France, en Allemagne de l'ouest et en Italie et le Japon s'est engagé à faire des efforts considérables de R et D dans ce domaine. Il est intéressant de noter que tous ces pays sont relativement petits et densément peuplés et l'intérêt qu'ils portent au véhicule électrique peut tout aussi bien être inspiré par des considérations écologiques que des inquiétudes quant aux approvisionnements en pétrole.

Le Canada n'a encore fait que très peu de recherches sur les véhicules électriques, mais une compagnie de Montréal a produit deux types de véhicules alimentés par des accumulateurs au plomb. Dans un rapport de 1978 sur la production de véhicules électriques au Canada, il était dit que presque toutes les ressources nécessaires à la mise sur pied d'une industrie des véhicules électriques existaient au Canada et que la plupart des composants de ces véhicules pouvaient être produits par des compagnies canadiennes en vertu du pacte de l'automobile entre le Canada et les États-Unis.

CONCLUSION

Le Comité reconnaît que si le Canada doit orienter ses efforts vers un avenir énergétique basé sur l'hydrogène et l'électricité, il lui faut également s'assurer qu'il y aura des marchés pour ces devises énergétiques à mesure qu'elles seront disponibles.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande que le Canada s'intéresse de façon bien plus active à la recherche, au développement et à la démonstration dans le domaine des véhicules électriques. Il doit s'agir d'efforts systématiques axés non seulement sur la propulsion mais encore sur la conception et la construction de tous les éléments requis pour produire un véhicule électrique entièrement canadien.

Les partisans de la mise au point de véhicules électriques craignent que la lenteur des progrès dans le domaine des accumulateurs ne nous poussent à rechercher d'autres solutions pour remplacer l'essence. C'est ce qui a incité certains à proposer une solution intermédiaire entre la combustion interne et le véhicule électrique. Il s'agirait d'un véhicule *hybride* qui constitue un

hydrogen and electric energy future, it must also ensure that there are markets available for these energy currencies as they come on-stream.

RECOMMENDATION

The Committee recommends that Canada become much more actively involved in electric vehicle research, development and demonstration. This effort should be a systems approach which concentrates not only on propulsion but also on the design and construction of all the components required to produce a completely Canadian electric vehicle.

One fear expressed by those who favour the development of electric vehicles is that in the headlong rush to develop alternatives to gasoline, the electric car may be bypassed because battery development has been so slow. For this reason, some feel an intermediate option between the internal combustion and the all-electric vehicle — a *hybrid* vehicle — represents a promising area for research and development which would continue to keep the electric car in the picture.

Hybrid vehicles are powered by combining an electric motor with either a fuel cell or a gas or diesel engine. In the latter type, the heat engine cuts in during periods of high power requirements, such as during acceleration, and the battery meets the lower demand for power which is characteristic of cruising at one speed. In the case of the fuel cell/battery hybrid vehicle, the opposite would probably hold true — the fuel cell would meet low power requirements and the battery would switch in when extra power was needed.

Hybrid propulsion systems could appreciably reduce gasoline consumption by meeting some of the transportation sector's energy demand with electricity. At the present time, however, a vehicle powered in this fashion would be significantly more costly than a conventional one because it would require two power-generation units and a more sophisticated driver-control and power-management system than is presently required. A further disadvantage of hybrid vehicles is that it may be necessary to reduce engine performance expectations to make the cost of hybrid vehicles competitive.

CONCLUSION

Hybrid propulsion systems are costly and, by definition, transitional between conventional and electric vehicles. Much work must be done to perfect such systems and at least a decade would be required to introduce hybrid vehicles in significant numbers.

RECOMMENDATION

The Committee believes that RD&D in this country should concentrate on all-electric vehicles rather than on heat engine/electric hybrids. If hybrid propulsion RD&D is pursued at all, it should be directed towards developing a fuel cell/electric hybrid. This would allow Canada to do research in two areas of nonconventional propulsion simultaneously, so that at some future date each technology could be profitably exploited on its own.

6. HYDROGEN

Hydrogen has a number of characteristics which make it a suitable replacement for gasoline in the transportation sector. Certainly one advantage is that it can be used in modified internal combustion engines and its introduction should not therefore be limited by the turnover of conventional automobiles. In other words, while the infrastructure to support a H_2-powered transportation system is being put in place, it will be possible to operate dual-fuel gasoline/hydrogen vehicles, perhaps smoothing the transition from a gasoline-based to a hydrogen-based transportation sector.

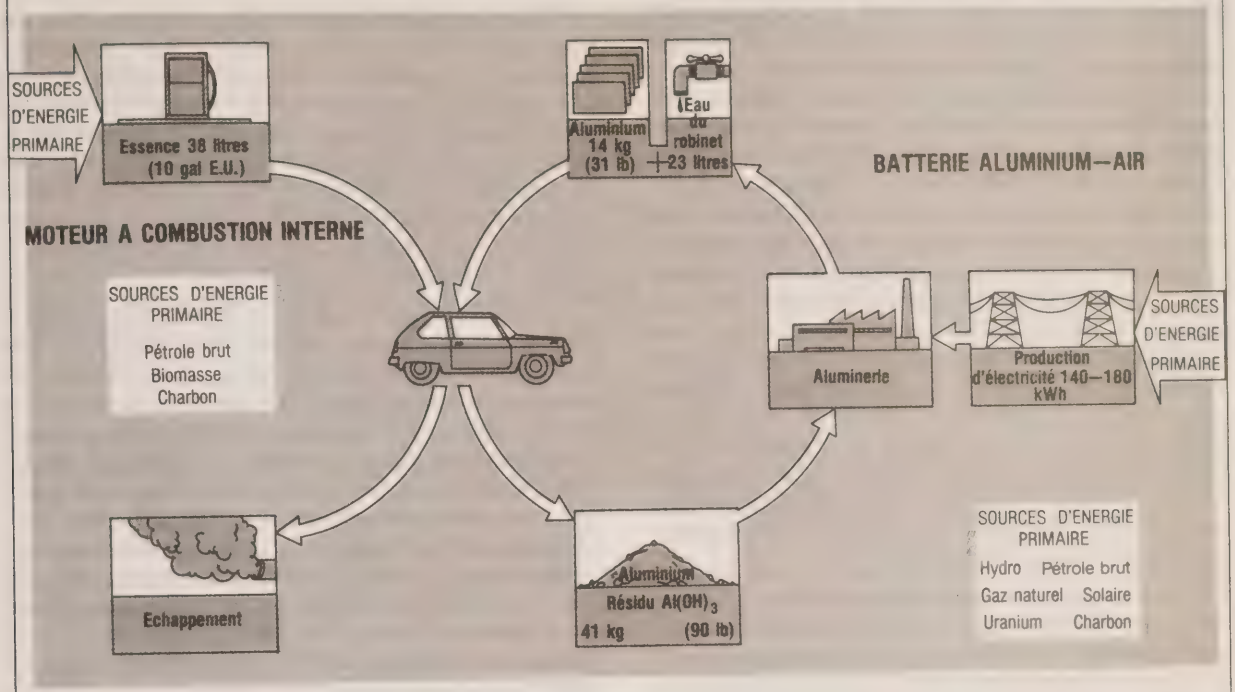
There are also environmental reasons why hydrogen is a better fuel than gasoline. The combustion of pure hydrogen releases only water and nitrogen oxides, while burning gasoline releases CO, CO_2, nitrous oxides, hydrocarbons and, in some vehicles, lead into the atmosphere.

Perhaps the major problem with hydrogen as a transportation fuel is storage. The section on Hydrogen discusses H_2 storage in some detail however, so the following paragraphs describe only those methods which show particular promise for transportation applications.

Liquid hydrogen can be used as a power fuel but there are particular difficulties involved with storing it. First, it must be kept cold and, since it boils at $-217°C$, well insulated. Furthermore, since hydrogen has only a fraction of the energy value of gasoline by volume, a large quantity must be carried on board a vehicle making tank size unacceptable if long-range driving is expected. Both West Germany and the United States have built experimental cars fueled by liquid hydrogen and research is continuing to reduce the cost of such vehicles, to demonstrate their safety, and to extend their range.

The storage of hydrogen as a metal hydride has also been examined. Although metal hydrides are heavy, they can be used for storing hydrogen in automotive applications where weight is not a serious concern. For example, large vehicles such as buses can accommo-

Figure 6-22: COMPARAISON ENTRE L'ACCUMULATEUR A ALUMINIUM-AIR ET LE MOTEUR A COMBUSTION INTERNE



Nouvelle optique de la propulsion des automobiles

L'accumulateur à aluminium-air produit de l'énergie électrique grâce à la réaction de l'aluminium avec l'oxygène de l'air en présence d'un électrolyte aqueux. La réaction produit un hydrate d'aluminium que l'on peut recycler pour produire de nouvelles plaques d'accumulateur. L'aluminium réutilisable constitue donc le seul lien entre toute source d'électricité et le secteur des transports.

La voiture

— automobile 5 places d'un poids de 1,260 kilogrammes (2,800 livres)

— parcours de 400 kilomètres (250 milles)

— propulsion assurée par un moteur de 63.4 kilowatts (85 chevaux)

Besoins en énergie[a]

Accumulateur à aluminium-air

14 kilogrammes d'aluminium produits par 140-180 kWh d'électricité provenant de
- 0.27 baril de pétrole brut,
- 72 kilogrammes de charbon, ou
- 4 grammes d'oxyde d'uranium.

Moteur à combustion interne

38 litres d'essence provenant de
- 0.25 baril de pétrole brut,
- 90 kilogrammes de charbon, ou
- 180 kilogrammes de biomasse.

Les données ci-dessus laissent supposer que les véhicules alimentés par des accumulateurs à aluminium-air pourraient devenir un projet économiquement viable si le programme de R & D du laboratoire de Lawrence Livermore remplit ses promesses.

[a] Les chiffres indiqués correspondent au contexte énergétique des États-Unis et peuvent être différents au Canada.

Source: D'après "*The Aluminium-Air Battery for Electric Vehicules: An Update*", novembre 1980, p. 3.

date the added weight. In West Germany, Daimler-Benz has demonstrated the feasibility of operating hydrogen-powered buses and a fleet of 20 such vehicles is currently being built for use in Berlin. Similar buses have been tested in several cities in the United States, and Pittsburgh is considering the purchase of a fleet of hydrogen-powered buses. (The environmental advantages of burning hydrogen fuel are particularly attractive in urban areas where exhaust emissions pose a potentially serious health problem.)

Liquid hydrides are also of interest as they avoid the weight problem of metal hydrides. A liquid hydride is any liquid which contains hydrogen. Gasoline is an example of a liquid hydride but it has a high carbon to hydrogen ratio. This means that in addition to producing heat upon combustion, a large amount of carbon dioxide is generated when gasoline is burned. Liquid hydrides which do not contain carbon, and which have a high proportion of hydrogen relative to a carrier element (such as nitrogen), release primarily water upon combustion. Synthetic liquid hydrides resembling ammonia are attractive for this reason and are being actively investigated in the United States.

A liquid hydride can be carried on board a vehicle as a hydrogen source, and when H_2 is required, it is generated in a catalytic cracker (a device which can separate hydrogen from a liquid hydride). A company in California claims to have a test vehicle running on such a hydrogen carrier, but the vehicle has not been independently tested. At the present time, these compounds are thought of as a means of providing on-board H_2 for use in internal combustion engines, but they can be used in fuel cells as well.

CONCLUSION

Linking a fuel cell with a liquid hydride source of hydrogen, such as methanol, for ground transportation appears to be a particularly interesting area for investigation.

Liquid hydrogen (LH_2) holds promise for use as an aviation fuel. Hydrogen was used for its buoyant properties in airships in the 1920s and 1930s but it was never employed as a fuel. The history of accidents with these vehicles still raises serious questions about the safety of hydrogen, and the spectacular explosion of the German airship Hindenburg in May 1937 is still vivid in the minds of many. However, the hydrogen on the Hindenburg was not stored in the way a *fuel* would be stored, and only people who jumped from the ship or were burned with diesel fuel were seriously injured or killed. The burning hydrogen soared upwards because of its lightness and probably injured no one. In any event, proponents of hydrogen use argue that, although hydrogen is highly combustible, it can be handled safely and without incident, a fact which has been well demonstrated during the U.S. space program.

No definitive studies comparing the safety of jet fuel and liquid hydrogen have been completed, yet hydrogen seems to offer certain advantages. If a pressurized tank of hydrogen is ruptured and the gas ignited, the fire burns upwards because hydrogen is lighter than air. It does not spread sideways like a liquid-fuel fire. This characteristic means that if a plane's fuel tanks were ruptured, say on a forced landing, and the fuel was ignited, a hydrogen-powered plane would not sit in a pool of flame as would a modern jet.

Safety considerations aside, liquid hydrogen has a further advantage over conventional jet fuel in that it is very light on an energy-per-pound basis. LH_2 has an energy content of 52,000 Btu/lb., which is about two and a half times that of conventional jet fuel. Consequently the use of LH_2 could lead to considerable energy savings since a conventional aircraft consumes much of its energy taking off with and carrying its own heavy fuel. Since initial take-off weights would be lower with hydrogen-powered aircraft, less thrust would be required and they would be quieter than conventional jets. A final advantage of hydrogen use would be a reduction in atmospheric pollution, as water and nitrogen oxides are the only emission resulting from combustion.

These advantages must be weighed against several disadvantages. While hydrogen has a higher energy content per pound, it has a lower energy content by volume than jet fuel. In fact, LH_2 aircraft would require three to four times the volume of fuel needed in a conventional jet. The design of a hydrogen-powered airplane would therefore have to allow space for very large volumes of fuel and new insulation materials and metals would have to be developed to contain the fuel.

After examining the advantages and disadvantages of hydrogen and assessing the future supply prospects for oil, the Lockheed Corporation is moving towards commercialization of a liquid-hydrogen-fueled aircraft. Lockheed is redesigning the L-1011 TriStar to accommodate LH_2 tanks within the fuselage, and is adapting gas turbine engines to burn hydrogen. The corporation has proposed that the United States, Britain, Germany and Saudi Arabia build and operate a fleet of liquid hydrogen-powered airfreighters as an experiment. Canada will participate in the demonstration phase of this program and one of the hydrogen fueling centres may be located at Mirabel airport. With an intensive research and development program, Lockheed hopes that this fleet will be operating by 1987. Questions about the cost and supply of hydrogen fuel remain, but Lockheed is convinced that liquid hydrogen is the aviation fuel of the future.

domaine prometteur de recherche et de développement et qui nous permettrait de ne pas renoncer au véhicule électrique.

Les véhicules hybrides comprennent un moteur électrique combiné à une pile à combustible ou à un moteur diesel ou à gaz. Dans le dernier cas, le moteur à combustion intervient lorsqu'on a besoin de puissance supplémentaire, par exemple pour l'accélération, et l'accumulateur satisfait à la demande plus faible qui caractérise la conduite de croisière. Dans le cas du véhicule hybride à accumulateur/pile à combustible, c'est probablement le contraire qui se produirait: la pile à combustible satisferait la demande de faible puissance et l'accumulateur interviendrait quand on aurait besoin de plus de puissance.

Les systèmes hybrides de propulsion pourraient nous aider à réduire considérablement notre consommation d'essence en satisfaisant par l'électricité une partie de la demande d'énergie du secteur des transports. Pour le moment cependant, un véhicule hybride coûterait bien plus cher qu'un véhicule ordinaire parce qu'il lui faudrait deux systèmes d'alimentation et qu'il exigerait du conducteur une technique de conduite et de contrôle de la puissance bien plus compliquée que sur un véhicule à combustion interne. Un autre inconvénient du système hybride est qu'il faudra peut-être sacrifier les performances du moteur pour que le prix des véhicules puisse être concurrentiel.

CONCLUSION

Les systèmes hybrides de propulsion coûtent cher et, par définition, ne font qu'assurer la transition entre les véhicules classiques et les véhicules électriques. Il reste encore beaucoup à faire pour perfectionner ces systèmes et il faudra attendre au moins une dizaine d'années avant de voir l'introduction en nombre des véhicules hybrides.

RECOMMANDATION

Le Comité est convaincu que les efforts de RD & D au Canada devraient porter sur les véhicules tout-électrique plutôt que sur les véhicules hybrides. Toute activité de RD & D qui pourrait porter sur la propulsion hybride doit s'orienter vers la mise au point d'un système hybride pile à combustible/électricité car cela permettrait au Canada de poursuivre de front des recherches sur deux types de propulsion non classique, afin que chacune de ces technologies puisse éventuellement être exploitée séparément.

6. L'HYDROGÈNE

L'hydrogène a un certain nombre de caractéristiques qui en font un combustible apte à remplacer l'essence dans le secteur des transports. Il a certes l'avantage de pouvoir être utilisé dans des moteurs à combustion interne modifiés, ce qui veut dire que son introduction ne serait pas nécessairement limitée par le taux de renouvellement des automobiles classiques. Autrement dit, en attendant de mettre en place l'infrastructure nécessaire à un système de transport basé sur l'hydrogène, il sera possible de conduire des voitures qui utiliseront les deux carburants, essence ou hydrogène et qui faciliteront la transition de l'essence à l'hydrogène dans le secteur des transports.

Il y a aussi des raisons d'ordre environnemental pour préférer l'hydrogène à l'essence comme carburant. La combustion de l'hydrogène pur ne libère que de l'eau et des oxydes d'azote alors que la combustion de l'essence libère dans l'atmosphère de l'oxyde de carbone, du gaz carbonique, des oxydes nitreux, des hydrocarbures et, dans certains véhicules, du plomb.

En tant que carburant pour les transports, le principal problème que pose l'hydrogène est probablement celui du stockage. Le stockage de l'hydrogène a fait l'objet d'une discussion détaillée dans la section sur ce combustible et on se contentera donc de décrire ci-après les méthodes qui s'annoncent prometteuses pour le secteur des transports.

On peut utiliser l'hydrogène liquide comme carburant mais son stockage soulève des difficultés particulières. Toute d'abord, il faut le garder au froid et, comme il bout à $-217°C$, il faut bien l'isoler. De plus, comme l'hydrogène n'a, à volume égal, qu'une fraction de la valeur énergétique de l'essence, un véhicule doit en transporter une grande quantité, ce qui se traduit par des dimensions de réservoir inacceptables si l'on veut un véhicule à grand rayon d'action. En Allemagne de l'Ouest et aux États-Unis, on a construit des voitures expérimentales fonctionnant à l'hydrogène liquide et on poursuit les recherches en vue de réduire le coût de ces véhicules, de démontrer leur sécurité et d'augmenter leur rayon d'action.

On a également étudié la possibilité de stocker l'hydrogène sous forme d'hydrures métalliques. Malgré leur poids, on peut se servir des hydrures métalliques pour stocker l'hydrogène dans les applications automobiles où le poids n'a pas trop d'importance, par exemple pour les gros véhicules comme les autobus où le supplément de poids ne pose pas de problème. En Allemagne de l'Ouest, Daimler-Benz a démontré la faisabilité d'exploiter des autobus à hydrogène et construit actuellement 20 de ces véhicules qui seront utilisés à Berlin. Des autobus semblables ont fait l'objet d'essais dans plu-

RECOMMENDATION

Canada should pursue the use of hydrogen as an alternative aviation fuel and this activity should form part of the overall RD&D efforts of Hydrogen Canada.

sieurs villes des États-Unis et la ville de Pittsburgh envisage l'achat d'une flotte d'autobus à hydrogène. (Les avantages environnementaux de la combustion d'hydrogène sont particulièrement intéressants dans les agglomérations où les émissions constituent un risque potentiel à la santé.)

Les hydrures liquides sont également intéressants car ils ne posent pas le même problème de poids que les hydrures métalliques. Un hydrure liquide est en fait tout liquide qui contient de l'hydrogène. L'essence est un hydrure liquide mais son rapport de carbone à l'hydrogène est élevé, ce qui signifie qu'à la combustion, l'essence produit de grandes quantités de gaz carbonique en plus de la chaleur. Les hydrures liquides qui ne contiennent pas de carbone et qui comportent une proportion élevée d'hydrogène par rapport à l'élément porteur (l'azote par exemple), libèrent surtout de l'eau à la combustion. Pour cette raison, les hydrures liquides synthétiques ressemblant à l'ammoniac sont particulièrement intéressants et font l'objet de recherches actives aux États-Unis.

Un véhicule peut transporter un hydrure liquide comme source d'hydrogène, ce dernier étant produit, quand on en a besoin, dans un craqueur catalytique (dispositif qui peut séparer l'hydrogène d'un hydrure liquide). En Californie, une compagnie prétend avoir un véhicule d'essai fonctionnant selon ce principe, mais ce véhicule n'a fait l'objet d'aucun essai indépendant. Pour le moment, on se tourne vers ces composés pour fournir à bord l'hydrogène utilisé dans les moteurs à combustion interne mais on peut également les utiliser dans des piles à combustible.

CONCLUSION

La possibilité de combiner une pile à combustible et un hydrure liquide tel que le méthanol comme source d'hydrogène dans les véhicules de transport de surface semble être un domaine qui pourrait faire l'objet de recherches intéressantes.

L'hydrogène liquide promet d'être intéressant comme carburant d'aviation. Dans les années 1920 et 1930, l'hydrogène a servi à remplir les dirigeables, en raison de sa légèreté, mais il n'a jamais été utilisé comme combustible. La série d'accidents qu'ont connus les dirigeables pose encore de sérieuses questions sur la sécurité de l'hydrogène et nombreux sont ceux qui se souviennent encore clairement de l'explosion spectaculaire du dirigeable allemand Hindenburg en mai 1937. Cependant, à bord de l'Hinderburg, l'hydrogène n'était pas stocké comme le serait un *carburant* et les seules personnes qui ont été tuées ou grièvement blessées sont celles qui ont sauté du dirigeable ou qui ont été brûlées par le carburant diesel. En raison de sa légèreté, l'hydrogène en flammes s'est précipité vers le ciel et n'a probablement blessé personne. Quoi qu'il en soit, même si l'hydrogène est très combustible, on peut le manipuler en toute sécurité et sans incident, comme l'a fort bien montré le programme spatial des États-Unis.

Aucune étude complète n'a été faite sur la sécurité de l'hydrogène liquide, comparée à celle du carburant d'aviation mais l'hydrogène semble offrir certains avantages. Si l'hydrogène prend feu, en cas de rupture du réservoir pressurisé, les flammes se propagent vers le haut parce que l'hydrogène est plus léger que l'air et non latéralement comme dans le cas d'un carburant liquide. Cela veut dire qu'en cas de rupture des réservoirs à carburant d'un avion, lors d'un atterrissage forcé par exemple, si le carburant prend feu, un avion à l'hydrogène ne serait pas entouré de flammes comme ce serait le cas pour un avion classique.

Mis à part les questions de sécurité, l'hydrogène liquide a un autre avantage par rapport au carburant ordinaire, en ce sens qu'il est très léger du point de vue énergie par livre. L'hydrogène liquide a une teneur énergétique de 52,000 Btu/livre, c'est-à-dire deux fois et demie celle du carburant classique. L'utilisation de l'hydrogène liquide pourrait donc nous faire économiser des quantités importantes d'énergie car un avion classique consomme une bonne partie de son énergie à décoller avec ses réservoirs pleins de carburant lourd, puis ensuite à transporter ce carburant pendant le vol. Comme le poids au décollage d'un avion à hydrogène serait moindre, il faudrait à l'avion moins de poussée pour décoller et il serait donc plus silencieux qu'un avion classique. Un dernier avantage de l'hydrogène dans cette application est qu'il permettrait de réduire la pollution atmosphérique étant donné que sa combustion n'a que l'eau et des oxydes d'azote comme émissions.

Il faut analyser ces avantages en tenant compte de plusieurs inconvénients. Si l'hydrogène a une plus grande teneur énergétique par livre, il a par contre une moins grande teneur énergétique par volume que le carburéacteur. En fait, un avion à hydrogène liquide aurait besoin de trois à quatre fois plus de carburant, en volume, qu'un avion classique. Il faudrait donc prévoir, sur les avions à hydrogène, un espace important pour de très grands réservoirs de carburant et il faudrait mettre au point de nouveaux métaux et matériaux d'isolation pour ces réservoirs.

Après avoir étudié les avantages et inconvénients de l'hydrogène et après avoir évalué les perspectives d'approvisionnement en pétrole, la compagnie Lockheed a décidé de commercialiser un avion à hydrogène liquide. Elle est en train de revoir la conception du Tristar L-1011 pour incorporer des réservoirs d'hydrogène liquide dans le fuselage et elle adapte les moteurs pour

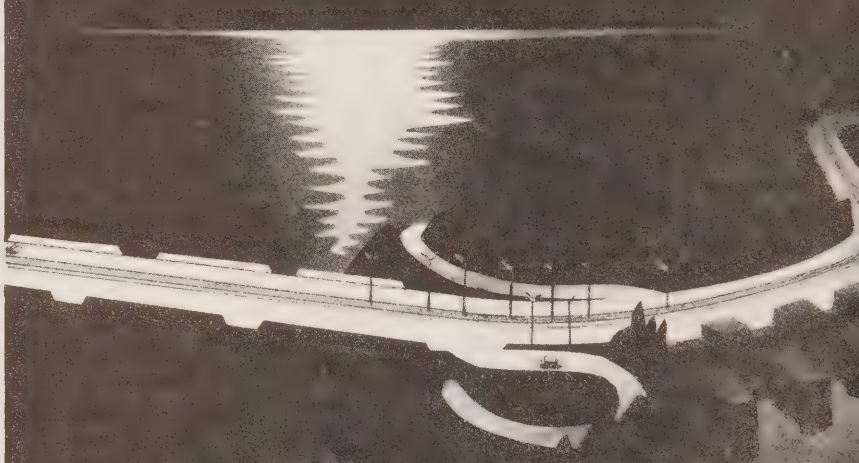
qu'ils puissent fonctionner à l'hydrogène. Lockheed a proposé que les États-Unis, la Grande-Bretagne, l'Allemagne et l'Arabie Saoudite construisent et exploitent une flotte d'avions cargo à hydrogène liquide à titre d'essai. Le Canada participera à la phase de démonstration de ce programme et l'un des centres de ravitaillement en hydrogène pourrait être situé à l'aéroport de Mirabel. Grâce à un programme intensif de recherche et de développement, Lockheed espère que cette flotte pourra entrer en service en 1987. Il reste encore des questions à résoudre sur le coût et l'approvisionnement de l'hydrogène, mais Lockheed est convaincu que l'hydrogène liquide est le carburant d'aviation de l'avenir.

RECOMMANDATION

Le Canada devrait continuer d'envisager l'hydrogène comme option de carburant pour l'aviation et cette activité devrait s'inscrire dans le cadre des efforts de RD&D d'Hydrogène Canada.

Ocean Energy





1. TIDAL ENERGY

A. THE NATURE OF TIDAL ENERGY

The gravitational attractions of the moon and the sun on the Earth are the forces that produce the tides. Because of its nearness to the Earth, the moon plays the dominant role while the sun's influence is reduced to that of a moderator. The pull of the moon causes two bulges to form on the seas, along the line of gravitational attraction, on opposite sides of the Earth. As the Earth rotates in the same direction as the moon's advance, these tidal bulges sweep once around the Earth every 24 hours and 50 minutes.

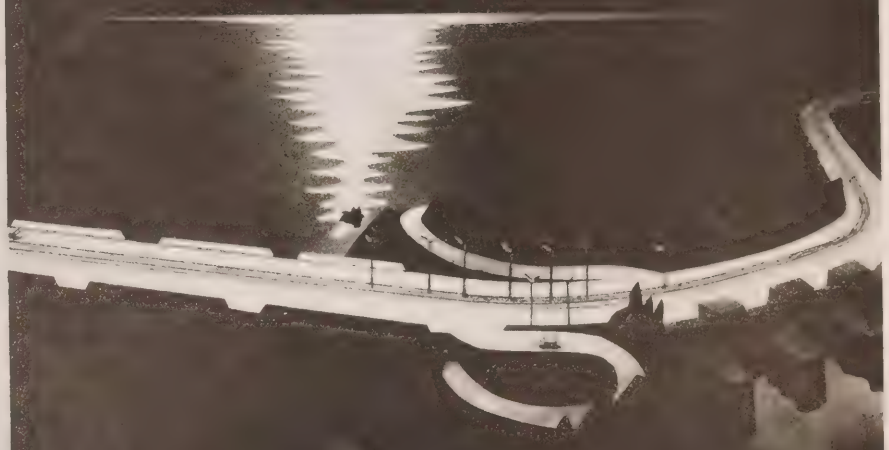
The additional 50 minutes over the 24-hour solar day results in the high water level occurring at progressively later times on succeeding days. Thus the tidal cycle moves in and out of phase with man's activities.

The tidal range also varies on a day-to-day basis. Roughly twice a month, when the moon, sun and Earth are aligned and their gravitational effects are additive (at new moon and full moon), a maximum high water level is achieved which is called the spring tide. At the first and third quarters, the sun and moon form a right angle with the Earth and partially neutralize each other's gravitational influence. This produces a minimum high water level known as the neap tide. Again, at the vernal equinox (about 21 March) and the autumnal equinox (around 23 September) the tidal ranges are larger than usual and must be taken into account when designing a tidal-electric power plant.

More important though in determining the tidal range is the configuration of the coastline. For example, the amplification of the Fundy tide as it progresses towards Minas and Cumberland Basins is a result of the length and configuration of the Bay. The approximate

Energie des océans





1. L'ÉNERGIE MARÉMOTRICE

A. NATURE DE L'ÉNERGIE MARÉMOTRICE

La marée est un phénomène dû à l'attraction gravitationnelle exercée par la Lune et le Soleil sur le globe terrestre. Dans ce processus, le rôle prédominant est joué par la Lune, étant donné sa proximité de la Terre, et l'influence du Soleil, malgré sa plus grande masse, se réduit à une intervention modératrice. L'attraction de la Lune crée des oscillations sur la surface de la mer, le long de la ligne d'attraction gravitationnelle et sur les côtes opposés de la Terre. Comme la Terre tourne dans la direction opposée à l'avance de la Lune, ces oscillations s'amplifient autour de la Terre une fois toutes les 24 heures et 50 minutes.

Les 50 minutes qui s'ajoutent aux 24 heures de la journée solaire donnent lieu à la montée du niveau de l'eau qui se produit à des heures ultérieures et sur des jours successifs, ce qui fait que le cycle des marées est successivement en phase et hors de phase par rapport aux activités humaines. L'amplitude des marées varie également d'un jour à l'autre. Deux fois environ par mois (aux périodes de nouvelles Lune et de pleine Lune), lorsque la Lune, le Soleil et la Terre sont alignés et que leurs actions gravitationnelles se superposent, on observe une amplitude maximale donnant lieu à ce qu'on appelle la marée de vive-eau. Aux premier et troisième quartiers de la Lune de chaque mois lunaire, le Soleil et la Lune forment un angle droit avec la terre et neutralisent partiellement leurs actions gravitationnelles réciproques, ce qui donne lieu à une montée minimale des eaux appelée marée de morte-eau. En outre, à l'équinoxe de printemps (autour du 21 mars) et à l'équinoxe d'automne (autour du 23 septembre) les amplitudes des marées sont nettement plus grandes que d'habitude et doivent être prises en compte dans la conception des usines marémotrices.

five-fold amplification of the tidal range between the Gulf of Maine (2 to 3 metres) and the head of the Bay (16 metres) makes the Bay of Fundy one of the few sites on Earth where large-scale tidal power generation can be considered commercial.

An important feature of the tides is that regardless of how much they vary locally, they occur in an orderly fashion and are therefore predictable. This predictability is a major advantage in exploiting tidal energy because one can forecast with assurance the amount of energy that will be available next week, next month or next year.

While the Bay of Fundy is one of the most favoured tidal power sites in the world, others which have been studied include Penzhinskaya Guba in the Sea of Okhotsk in the U.S.S.R.; Cook Inlet in Alaska; the Severn Estuary in the United Kingdom; San Jose, Argentina; Inchon Bay, South Korea; and the Jervis and Sechelt Inlet near Vancouver (Figure 6-23). Three sites that went beyond the scrutiny and study stage, and which are discussed later, are the commercial tidal power station at La Rance in Brittany and the small experimental stations at Kislaya Guba in Russia and on Yueqing Bay in China.

B. ADVANTAGES AND DIFFICULTIES IN EXPLOITING TIDAL ENERGY

The exploitation of tidal energy in Canada is attractive because the Bay of Fundy provides some of the best sites on Earth. But there are other advantages that warrant consideration as well.

- A tidal development utilizes a readily available and inexhaustible energy source.
- The resource is accurately predictable.
- There are no fuel costs and maintenance costs of a tidal facility should be low.
- A tidal-electric plant is a clean, non-polluting facility.
- The cost of tidal energy should remain relatively stable throughout the life of the plant.
- A tidal power plant would place Canada in the forefront of a technology of interest to a number of countries. It could also provide an opportunity to

Figure 6-23: THE LOCATION OF POTENTIAL TIDAL POWER SITES



Source: After Clark, 1979, Figure 1.

Dans l'évaluation de l'amplitude des marées, la configuration de la côte joue un rôle particulièrement important. Par exemple, l'amplification de la marée dans la Baie de Fundy au fur et à mesure de sa progression dans les bassins Minas et Cumberland est le produit de la longueur et de la topographie de la Baie. La multiplication par cinq de la marée entre le Golfe du Maine (2 à 3 mètres) et le fond de la Baie (16 mètres) font de la Baie de Fundy l'un des rares sites terrestres où l'on peut envisager d'exploiter commercialement à grande échelle l'énergie des marées.

Une des caractéristiques importantes des marées est que, malgré qu'elles soient différentes d'un endroit à un autre, elles se produisent d'une façon périodique et, partant, prévisible. Cette prédictibilité constitue un grand avantage pour ce qu'est de l'utilisation des marées comme source d'énergie étant donné qu'il est possible de savoir avec certitude la quantité d'énergie que la marée fournira dans une semaine, un mois ou une année.

A part la Baie de Fundy, qui est considérée comme l'un des meilleurs emplacements du monde pour l'exploitation de l'énergie marémotrice, d'autres emplacements ont été étudiés à cet égard, notamment: Penjinskaïa Gouba dans la mer d'Okhotsk en U.R.S.S.; le bras de mer Cook en Alaska; l'embouchure de la Severn au Royaume-Uni; San Jose en Argentine; la baie Inchon en Corée du Sud et les goulets Jervis et Sechelt près de Vancouver (figure 6-23). Nous aborderons ultérieurement les trois sites qui ont dépassé le stade de la recherche et de la conception: l'usine marémotrice commerciale de la Rance en Bretagne, la petite centrale expérimentale russe de Kislaya Gouba et celle de la Baie Yueqing en Chine.

B. AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE L'EXPLOITATION DE L'ÉNERGIE MARÉMOTRICE

Le fait que les sites de la Baie de Fundy soient parmi les meilleurs du monde rend l'exploitation de l'énergie marémotrice au Canada attrayante, mais d'autres éléments avantageux méritent d'être mentionnés:

- une usine marémotrice utilise une source d'énergie facilement disponible et inépuisable;
- la source énergétique se prête à une prédiction détaillée et précise;
- une usine marémotrice ne consomme pas de combustibles et ses frais d'entretien devraient être réduits;
- une usine marémotrice est une installation propre et non polluante;

Figure 6-23: SITES DES PROJETS ÉVENTUELS D'USINES MARÉMOTRICES



Source: Clark, 1979, figure 1.

Tidal Power Schemes

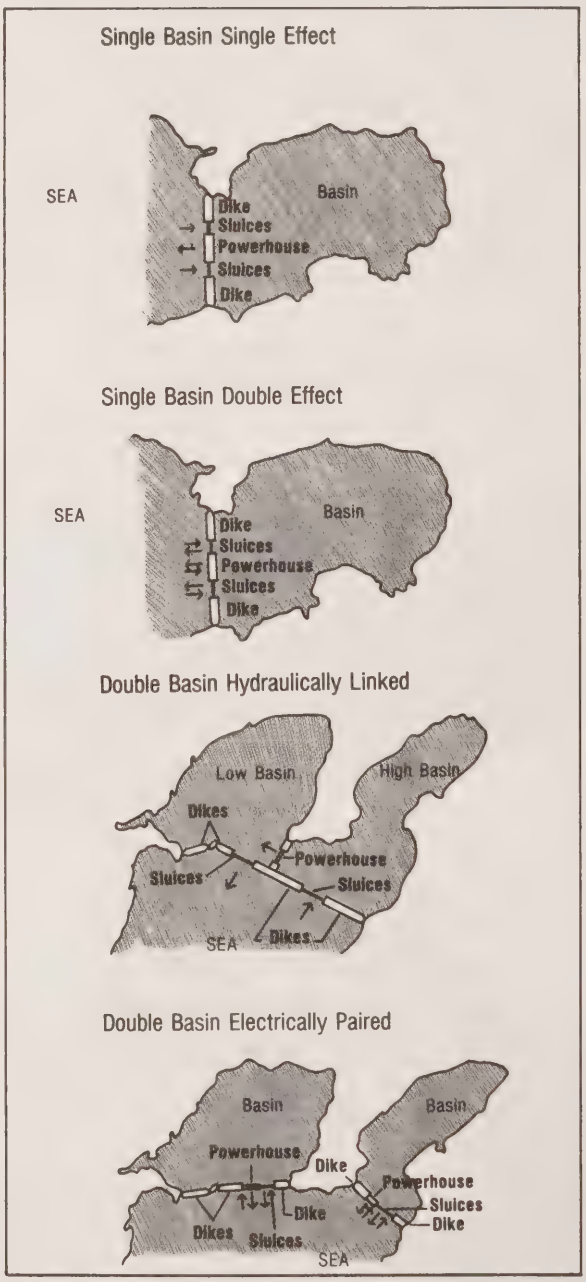
The lack of concurrence between the lunar-oriented tidal rhythm and man's solar-oriented life-style poses unique problems for planners bent on exploiting tidal energy on a large scale. Many development schemes have been put forward over the years but most have been either too complex or too unattractive economically, or both. The simplest and least expensive scheme is a single-effect tidal operation at the mouth of a single basin. Here the sluices in a barrier dam are opened on the flood tide to fill the basin. At high tide, the sluices are closed and the ebbing sea gives rise to a head of water between the basin and the sea. Flow is then permitted through the turbines which, in turn, generate electricity (Figure 6-24). The single-basin concept with a single-effect mode of operation does not produce continuous power. Its period of power generation is dictated by the lunar cycle and maximum energy is often delivered at times of low demand.

A variation on this theme is a turbine that functions both in the basin-to-sea direction and in reverse. This single-basin double-effect operation permits electric generation during both emptying and filling and is the scheme employed at the La Rance tidal development. It too, however, does not produce continuous power. Engineering works in these single-basin schemes are less complex than for double-basin schemes and less costly.

Discontinuous energy output from the single-basin scheme can be overcome with hydraulically-linked basins. A coastal configuration favourable to the creation of two storage basins is necessary for this kind of development. The water level is held high in one basin and low in the other, with generating units linking the two. The high basin is filled as the tide comes in through one set of gates and the low basin is emptied as the tide goes out through another set of gates. The scheme's attraction lies in its ability to generate continuous power although the output is less than that from an equivalent single-basin scheme. Since the linked concept requires an interconnecting waterway with a power plant and additional dikes and gate structures to control the level of each basin, capital costs are greatly increased

A paired-basin development also affords flexibility in electrical generation. The tie in this case is electrical with a generating plant located in each basin. One basin is operated at a low level with energy being generated on the flood tide, while the other functions as the high basin with generation on the ebb tide. Capital costs are commensurate with the hydraulically-linked scheme (Clark, 1979).

Figure 6-24: TYPES OF TIDAL DEVELOPMENTS



Source: Clark, 1979, Figure 2.

Les options d'aménagements marémoteurs

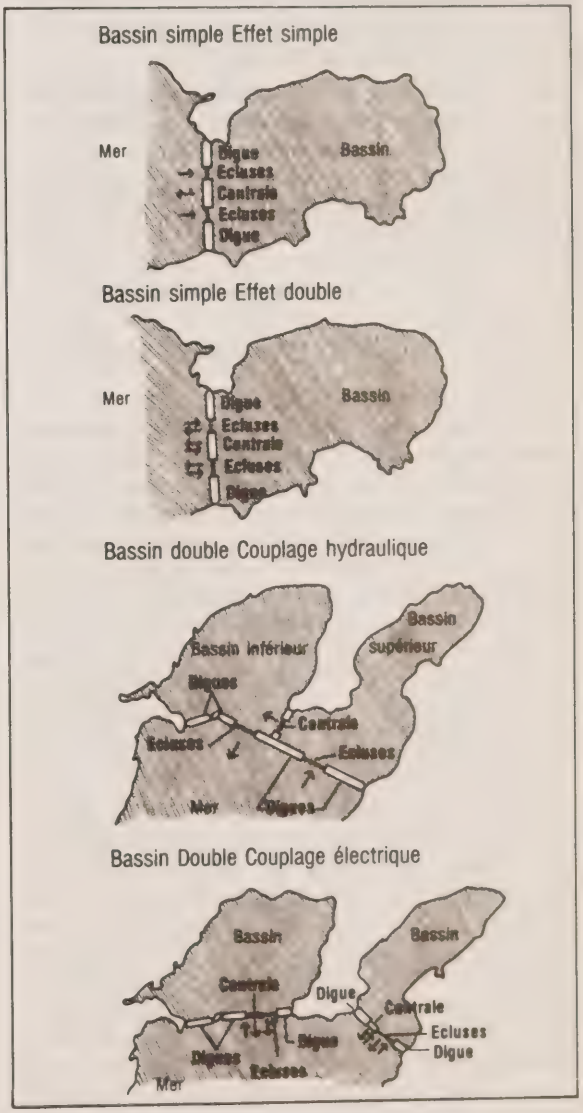
Le fait que le rythme des marées dépende principalement du cycle lunaire et le rythme de la vie humaine du cycle solaire pose des problèmes particuliers aux planificateurs de l'exploitation commerciale de l'énergie marémotrice. La plupart des plans d'aménagements proposés d'année en année se sont avérés soit trop complexes, soit trop coûteux, soit les deux à la fois. La formule la plus simple et la moins onéreuse consiste à aménager une installation marémotrice réalisant un cycle à «simple effet» à l'embouchure d'un bassin unique. Des vannes ménagées dans une digue permettent le remplissage du bassin à la marée montante. A marée haute, les vannes sont fermées et le reflux des eaux crée une dénivellation entre le bassin et la mer, à la suite de quoi on laisse l'eau s'écouler par des conduits contenant des turbines qui produisent l'électricité (figure 6-24). L'installation à bassin unique et à simple effet n'assure pas une production électrique continue. Le rythme de sa production est dictée par le cycle lunaire et son énergie maximale est souvent disponible à des périodes de faible demande.

Une variante de ce principe consiste en une turbine qui fonctionne non seulement lorsque l'eau coule du bassin vers la mer mais aussi dans le sens inverse. Ce cycle à double effet et à bassin unique permet la production de l'électricité aussi bien au vidage qu'au remplissage du bassin et c'est ainsi que fonctionne l'usine marémotrice de la Rance; toutefois, comme pour le système précédent, on n'obtient pas une production électrique continue. Les caractéristiques techniques de ce système à bassin unique sont toutefois moins complexes et moins coûteuses à réaliser que celles d'un système à deux bassins.

On peut surmonter le problème de la continuité de production énergétique que pose l'installation à bassin unique grâce à des bassins reliés par un système hydraulique. Ce genre d'aménagement exige une configuration côtière se prêtant à la création de deux bassins de stockage, par exemple la baie Shepody et le bassin Cumberland. Le niveau de l'eau est maintenu élevé dans le grand bassin et bas dans l'autre, et les deux bassins sont reliés par des groupes générateurs. Le remplissage du bassin supérieur s'effectue à la marée montante à travers une série de vannes et le vidage du bassin inférieur s'effectue avec le reflux de la marée moyennant une autre série de vannes. Le principal intérêt de ce système est qu'il permet de produire de l'électricité d'une façon continue bien que l'énergie produite soit moindre que dans le cas d'une installation à bassin unique. En outre les bassins communicants doivent être raccordés par une voie d'eau dotée d'une centrale électrique et d'une série additionnelle de digues et de vannes pour contrôler leurs niveaux respectifs, ce qui augmente fortement les investissements nécessaires.

Une installation à double bassin permet une certaine souplesse dans la production du courant. Les bassins sont dans ce cas reliés par une installation électrique et dotés tous deux d'une centrale génératrice. L'un d'eux fonctionne comme bassin inférieur et produit de l'électricité avec la marée montante, l'autre fonctionne comme bassin supérieur et produit de l'électricité lorsque la marée descend. Les investissements nécessaires sont équivalents à ceux de l'aménagement à raccordement hydraulique (Clark, 1979).

Figure 6-24: TYPES D'INSTALLATIONS MARÉMOTRICES



Source: Clark, 1979, figure 2.

develop an industrial capacity not solely oriented towards tidal power but also towards low-head hydro-electric development.

The main disadvantage of tidal energy is its dependence on the lunar rather than the solar cycle, which changes the daily timing of power generation. Other difficulties arise from environmental and economic considerations.

- Too little is known at the present time about the likely effects of a tidal power development on the erosion or deposition of sediments.
- It is difficult to assess what the ecological impact of a tidal barrage might be. Altering the tides in the Bay of Fundy could, however, reduce biological productivity on the intertidal mudflats which are the feeding grounds for many of the migratory birds which fly along the east coast of North America.
- The construction of a tidal barrage will modify the tides themselves and in so doing could lower the output potential of the generating facility.
- Tidal developments are capital-intensive and there may be difficulties in amassing the large investment initially required.

C. INTERNATIONAL AND CANADIAN DEVELOPMENT

France, with its commercial tidal-electric facility at La Rance, is one of only three nations operating tidal power stations today. With an installed capacity of 240 MW, the French installation is a single-basin double-effect scheme and consists of a barrage across the estuary of the La Rance river which opens into the English Channel near St. Malo. Construction began in January 1961 and the powerhouse, barrage and ship lock were built within three cofferdams. The powerhouse is fitted with twenty-four 10 MW bulb-type turbogenerators which can act as pumps or turbines in either direction. In December 1967, the 24th bulb turbine was placed in service and the project was completed.

The decision to build La Rance was not based on economic considerations as the cost of oil was so low in the early 1960s (generally less than $2 per barrel in world markets) that alternative energy schemes were not competitive. However, with the increases in oil prices over the past decade, La Rance is now an economically competitive generator of electricity in France. In fact, a Commission was established in 1975 to study the possibility of constructing a much larger, multi-purpose tidal power scheme (from 6,000 to 15,000 MW) at nearby Iles Chausey. This development would combine electrical generation with harbour facilities, agriculture and tourism, but has not been precisely defined or costed.

One of the experimental stations is the Russian 400 kW tidal powerplant which was completed in 1968 at Kislaya Guba. This small station is located in the Gulf of Ura about 45 km north of Murmansk, near existing transmission lines. The site was selected because a minimum of civil works was required and it provided an opportunity to study material stresses and construction techniques in a hostile environment. The tidal amplitude at Kislaya Guba is about 4 metres, which is too small to permit justification of the project on economic grounds. It is reported, however, that the plant has performed so well that a second 400 kW bulb-type turbine-generator is to be installed in the near future.

China operates the 500 kW Jiangxia tidal station on Yueqing Bay in the East China Sea. Tidal-electric capacity is presently being doubled at Jiangxia and six 500 kW turbines are ultimately planned for the site.

As far as Canada is concerned, most tidal power studies consider development in the Bay of Fundy, although several sites have recently been investigated along the British Columbia coastline. Dr. W. Rupert Turnbull of Rothesay, New Brunswick, the inventor of the variable pitch propellor, was one of the first men to appreciate Fundy's potential. In 1919 he proposed a tidal project for the confluence of the tidal estuaries of the Petitcodiac and Memramcook Rivers in Shepody Bay, but it was not until the closing months of the Second World War that the first major study was undertaken. This project investigated a tidal development in Shepody Bay but along with the studies which followed in the 1950s, the conclusion was the same — tidal power was uneconomic.

In 1966, the Federal Government, New Brunswick and Nova Scotia initiated yet another investigation of tidal power in the Bay of Fundy. The Atlantic Tidal Power Programming Board (ATPPB) came to a familiar conclusion however: tidal power developments, while technically feasible, were not cost competitive with other energy sources. The Board also recommended that further investigation only be undertaken when interest rates dropped sufficiently to indicate that economic development was feasible; or a breakthrough in technology indicated the likelihood of designing an economic facility; or alternative energy sources became exhausted.

Following the ATPPB's report, increases occurred in the costs of conventional energy to the point where tidal power looked promising. Accordingly, in February 1972 the Federal Government, New Brunswick and Nova Scotia established the Bay of Fundy Tidal Power Review Board (TPRB) to go over the findings of the old Atlantic Tidal Power Programming Board. In September 1974 it announced that the economic prospects of tidal power had improved so much that a further detailed investigation was desirable.

- le coût de l'énergie marémotrice demeure relativement stable pendant la durée utile de l'usine;
- une usine marémotrice donnerait au Canada une place d'avant-garde dans un domaine technologique de grand intérêt pour un grand nombre de pays et lui fournirait l'occasion de développer un potentiel industriel orienté non seulement vers les usines marémotrices mais encore vers l'aménagement des centrales hydro-électriques à faible hauteur de chute.

Le principal inconvénient de l'énergie marémotrice est qu'elle dépend du cycle lunaire plutôt que du cycle solaire, ce qui change le rythme quotidien de la production électrique. Les autres inconvénients sont d'ordre environnemental et économique:

- on sait encore trop peu de choses sur les processus d'érosion ou de sédimentation que risque d'entraîner l'aménagement d'usines marémotrices;
- il est difficile d'évaluer l'impact écologique de la construction des barrages. La modification du mouvement des marées dans la Baie de Fundy risque par exemple de réduire la productivité biologique des vasières intercotidales qui constituent le lieu de pâture d'un grand nombre d'oiseaux migrateurs qui se déplacent le long du littoral est de l'Amérique du Nord;
- la construction du barrage modifiera les courants mêmes de la marée et, de cause à effet, risquera de réduire le potentiel de production de l'usine génératrice;
- les aménagements marémoteurs sont fortement capitalistiques et il serait peut-être difficile de trouver les sommes énormes qu'il faudra investir.

C. DÉVELOPPEMENTS INTERNATIONAUX ET CANADIENS

La France, qui exploite à l'échelle commerciale l'usine de la Rance est actuellement l'une des trois nations au monde disposant d'usines marémotrices. D'une capacité installée de 240 MW, l'installation française comporte un bassin unique à double effet fermé par une digue traversant l'estuaire de la Rance, une rivière qui se jette dans la Manche près de Saint Malo. Sa construction a commencé en 1961 et la station génératrice, le barrage et l'écluse de navigation furent construits à l'intérieur de trois caissons hydrauliques. La station génératrice est équipée de vingt-quatre groupes bulbes de 10 MW qui tournent en pompes ou en turbines dans l'une ou l'autre direction. La mise en service du 24e groupe et l'achèvement des travaux eurent lieu en décembre 1967.

La décision de construire l'usine de la Rance n'était pas dictée par des considérations d'ordre économique; le coût du pétrole était si bas au début des années soixante (moins de $2 le baril sur les marchés mondiaux) que les projets d'énergie de remplacement n'étaient pas compétitifs. Toutefois, après les hausses du prix du pétrole qui se sont produites durant la dernière décennie, l'usine de la Rance est devenue une source d'énergie électrique économiquement compétitive en France. En fait, en 1975 une commission fut chargée d'étudier la possibilité de construire aux environs des Îles Chausey une usine marémotrice beaucoup plus puissante (entre 6,000 et 15,000 MW) et davantage polyvalente. Ce projet dont la structure précise ou les coûts n'ont pas encore été définis combinera production électrique, activités portuaires, agriculture et tourisme.

Une des installations expérimentales est l'usine marémotrice de 400 MW construite en 1968 par l'Union Soviétique à Kislaya Gouba. Cette petite centrale se situe dans le golfe d'Ura à 45 km environ au nord de Mourmansk et à proximité d'un réseau de transmission électrique. Ce site a été retenu parce qu'il n'exigeait qu'un minimum de travaux d'infrastructure et fournissait la chance d'étudier l'effort des matériaux et les techniques de construction dans un milieu hostile. L'amplitude de la marée à Kislaya Gouba est de 4 mètres environ, ce qui ne suffit pas à justifier l'installation du point de vue économique. On rapporte néanmoins que le fonctionnement de l'usine a été si satisfaisant que l'on envisage de construire dans un proche avenir une autre usine de 400 MW équipée de groupes bulbes.

La Chine, quant à elle, exploite une usine marémotrice de 500 KW à Jiangxia dans la Baie de Yuequing, sur les côtes de la mer de Chine orientale. On travaille actuellement à doubler la capacité de production de ce site prévu pour comporter, à son parachèvement, six turbines de 500 KW.

Au Canada, plusieurs sites côtiers de Colombie-Britannique ont été récemment étudiés mais la plupart des recherches sur l'énergie marémotrice sont axées sur la Baie de Fundy. M. W. Rupert Turnbull, originaire de Rothesay (Nouveau-Brunswick) et inventeur de l'hélice à pas variable, fut l'un des premiers à se rendre compte du potentiel de la Baie de Fundy. En 1919, il a proposé un projet d'exploitation marémotrice au confluent des estuaires des rivières Petitcodiac et Memramcook dans la Baie de Shepody, mais la première étude importante dans ce domaine n'a été entamée qu'au cours des derniers mois de la seconde guerre mondiale. Ce projet portait sur l'aménagement d'une usine marémotrice à la Baie de Shepody mais, comme dans les études qui l'ont suivi au cours des années cinquante, la conclusion était la même: l'énergie marémotrice n'était pas rentable.

En 1966, le gouvernement fédéral, le Nouveau-Brunswick et la Nouvelle-Ecosse lancèrent une autre étude de faisabilité d'une usine marémotrice dans la Baie de Fundy. La conclusion tirée par le Conseil de

Acting on this recommendation, the three Governments signed an Agreement in December 1975 whereby a Management Committee was formed to carry out a Study Program under the general direction of the Tidal Power Review Board. The Committee's objective was to develop

> ...a firm estimate of the cost of tidal energy on which to base a decision to proceed further with detailed investigations and engineering design.

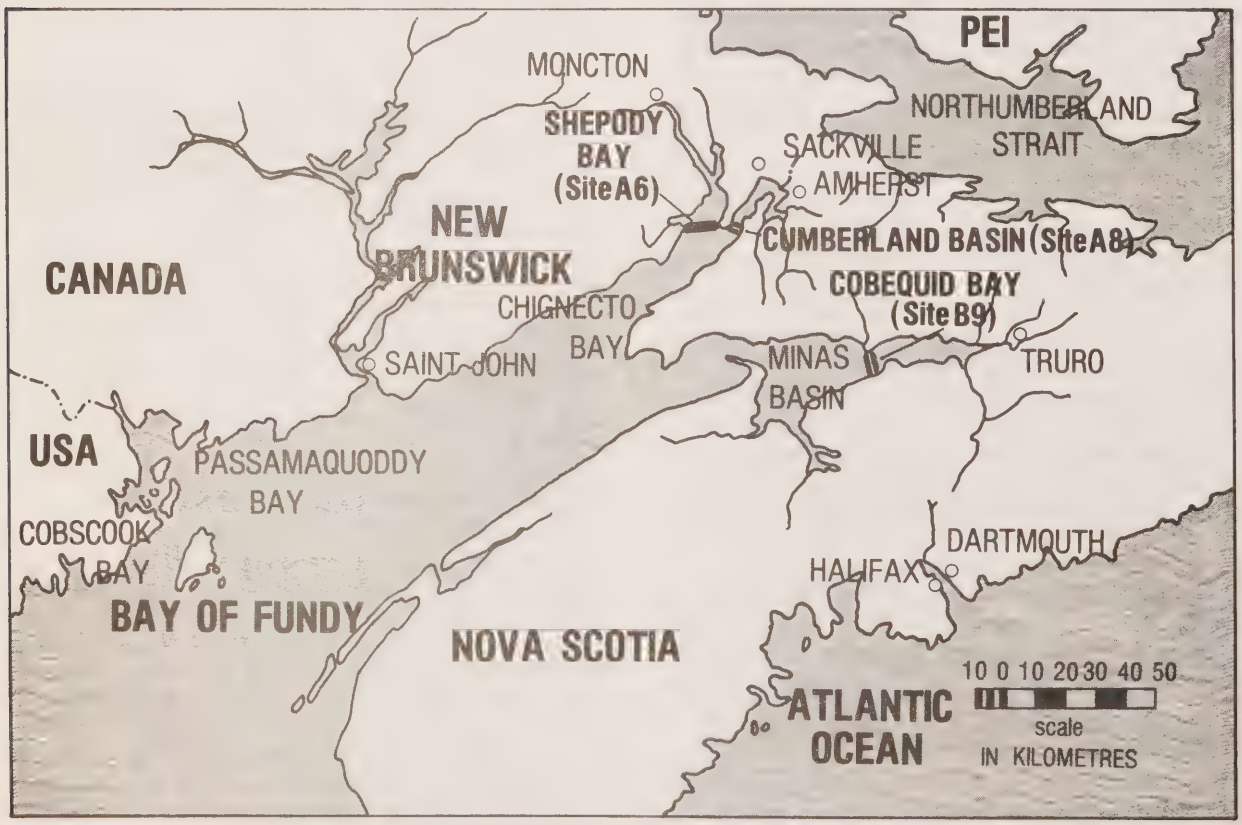
In November 1977, the Bay of Fundy Tidal Power Review Board published its findings in a report entitled *Reassessment of Fundy Tidal Power*. The report concluded that: (1) the construction of a tidal power plant in the Bay of Fundy was economically feasible and its output could be integrated into the projected supply system for the Maritime Provinces; (2) a tidal plant would eliminate the need for new fossil-fueled generating stations in the expansion plans of Maritime utilities; (3) the building of a plant is conditional upon direct and substantial financial participation by governments and a minimum investment in the range of $3 billion would be required; and (4) the results warrant proceeding with detailed engineering studies and environmental and socio-economic investigations. Three sites, indicated in Figure 6-25, were considered to provide the best prospects for development.

The first phase of the 1977 reassessment ended with the above conclusions and remains the definitive study on tidal power in the Bay of Fundy. Adding its cost of $3.4 million to that of earlier studies, one finds that some $8 million has been spent investigating Fundy's tides. The original intention was to follow this work with a second phase entitled the "Pre-Investment Design Program". This did not happen, however, because of cost (estimated at $33 million in 1978 and $50 million today) and the failure to establish the Maritime Energy Corporation (MEC), under whose auspices the work was to proceed. The three-year $50 million Design Program was intended to provide a detailed assessment of all the environmental, socio-economic and engineering aspects of Fundy tidal development.

CONCLUSION

After some $8 million spent on studies conducted over a period of 60 years, the harnessing of

Figure 6-25: PREFERRED SITES FOR BAY OF FUNDY TIDAL POWER DEVELOPMENT



Source: After Canada, Bay of Fundy Tidal Power Review Board, 1977, p. I5.

programmation de l'énergie marémotrice de l'Atlantique (CPEMA) était plutôt familière: bien qu'elles soient techniquement réalisables, les usines marémotrices ne supportent pas la concurrence des autres sources d'énergie sur le marché. Le Conseil recommanda également qu'on ne poursuive les recherches dans ce domaine soit qu'après que les taux d'intérêt aient suffisamment diminué pour confirmer la faisabilité économique des usines marémotrices, soit lorsqu'une percée technologique permettrait d'entrevoir la possibilité de réaliser des installations économiques, soit lorsque les autres sources d'énergie commenceraient à s'épuiser.

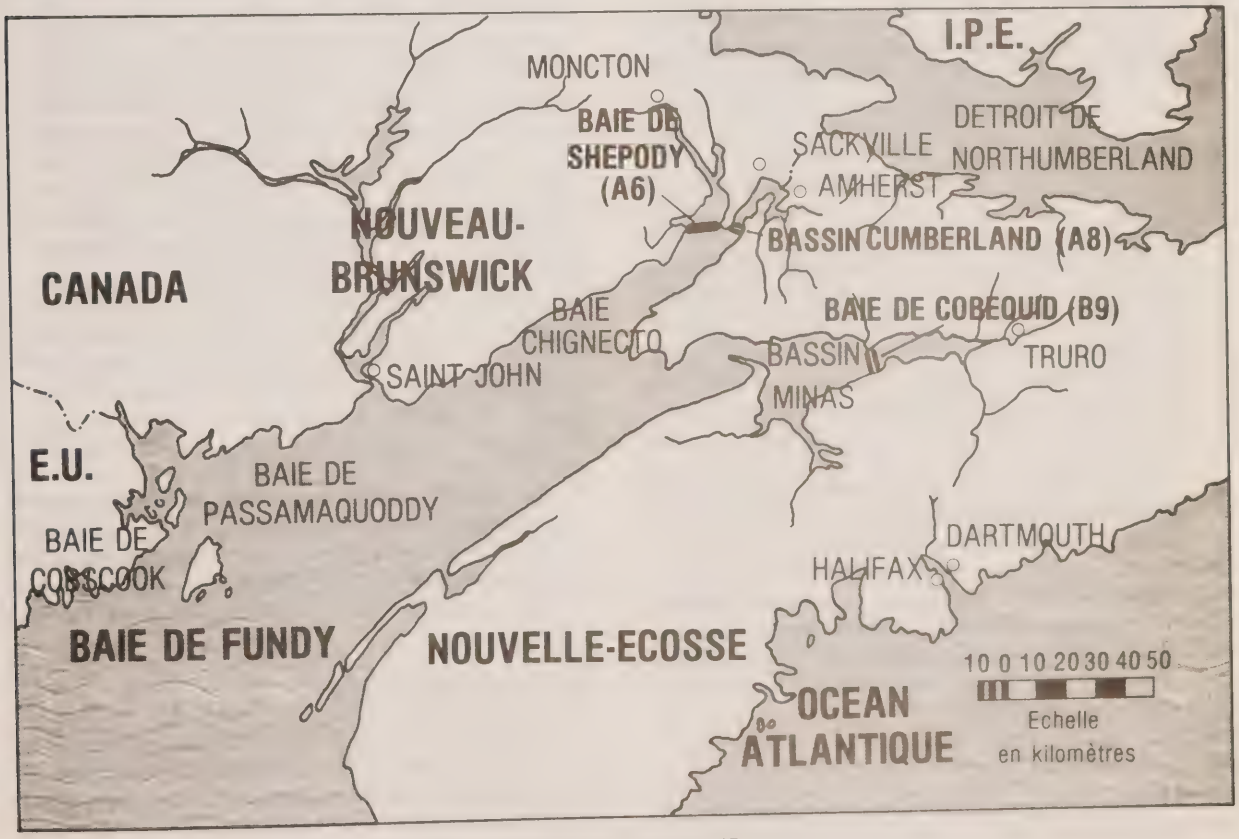
Dans la période qui a suivi le rapport de CPEMA, les coûts de l'énergie classique augmentèrent à un point tel que l'énergie marémotrice reprit son aspect prometteur et, du fait de ces circonstances, les gouvernements fédéral, du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse créèrent en 1972 le Conseil d'examen de l'énergie marémotrice de la Baie de Fundy avec le mandat de revoir les résultats de l'étude du Conseil de programmation de l'énergie marémotrice de l'Atlantique. En septembre 1974, le nouveau conseil annonçait que les perspectives économiques de l'exploitation de l'énergie marémotrice se sont substantiellement améliorées et justifient l'approfondissement des recherches.

A la suite de cette recommandation, les trois gouvernements passèrent un accord en décembre 1975 au titre duquel on mit sur pied un Comité de gestion pour entreprendre un programme d'étude sous la supervision du Conseil d'examen de l'énergie marémotrice et dans le but:

> ... d'arriver à une estimation ferme du coût de l'énergie marémotrice, estimation qui servira de base à la décision de poursuivre les enquêtes détaillées et les études technologiques.

En novembre 1977, le Conseil d'examen de l'énergie marémotrice de la Baie de Fundy publiait les conclusions de son étude dans un rapport intitulé *«Reassessment of Fundy Tidal Power»* (Réévaluation de l'énergie marémotrice de la Baie de Fundy). Le rapport concluait que (1) la construction d'une usine marémotrice dans la Baie de Fundy est économiquement faisable et que sa production pourrait être intégrée dans le système de production électrique envisagé pour les provinces maritimes; (2) l'usine marémotrice réduirait substantiellement

Figure 6-25: SITES RECOMMANDÉS POUR L'EXPLOITATION MAREMOTRICE DE LA BAIE DE FUNDY



Source: D'après Canada, Bay of Fundy Tidal Power Review Board, 1977, p. 15.

Fundy Tidal Development

The 1977 *Reassessment of Fundy Tidal Power* selected three sites in the Bay of Fundy for detailed consideration, from an initial group of 37. Details of the three sites are given below.

Table 6-13: COMPARATIVE DATA FOR THREE TIDAL POWER SITES IN THE BAY OF FUNDY

Site Location	Installed Capacity (mega-watts)	Average Annual Output (giga-watt-hours)	Capital Costs in Millions of Dollars 1977	1981[a]
Shepody Bay (A6)- Mary's Point to Cape Maringouin	1550	4533	2197	2966
Cumberland Basin (A8)- Peck's Point to Boss Point	1085	3423	1234	1666
Cobequid Bay (B9)- Economy Point to Cape Tenny	3800	12653	3988	5384

[a] Inflation is assumed to have increased capital costs by 35% over the four-year period 1977-1981 (calculated by the authors).

Source: Canada, Bay of Fundy Tidal Power Review Board, 1977, p. 5.

Cumberland Basin is the preferred site for tidal development for a variety of reasons. It is the smallest of the three projects and technical problems would be minimized. It is a joint provincial site which affords the best opportunity to equalize benefits between New Brunswick and Nova Scotia. When ready for commissioning (1995 or later), the Maritimes would be able to absorb an estimated 90% of its power output. If, on the other hand, development took place at either Shepody Bay or Cobequid Bay, an export market would be required for the energy surplus to Atlantic Canada's needs. (In this regard, talks held in February 1981 between the Premier of Nova Scotia and the Chairman of the Power Authority of the State of New York indicate renewed interest in financing the larger Cobequid Bay development.) Finally, environmental concern over possible changes in tide levels along the New England seaboard would not be an issue in a Cumberland Basin development.

There have, however, been substantial changes in the assumptions underlying the 1977 study. The price of imported oil is approaching $40 a barrel; new energy forms (natural gas and nuclear) will soon enter the Maritime market and provide competition for tidal power; and electrical energy load growth has been less than anticipated because of high oil costs and a greater energy consciousness. This indicates the need for updating the 1977 work. It is thought that a new economic feasibility study would take some six months to complete at a cost of $300,000.

In a related development, work commenced in June 1980 on a 20 MW demonstration project in the Annapolis Basin, near the mouth of the Bay of Fundy, to be completed in mid-1983. This $46 million project, jointly funded by the Federal Government ($25 million) and the Province of Nova Scotia, will test a modified straight-flow (Straflo) turbine currently used in many low-head river projects in Europe. Compactness, sufficient space for a large-capacity generator, easy access, effective generator cooling and simplicity are some of its desirable characteristics. The Canadian version is twice the size of the European turbine and, if it is found to function adequately in a saltwater environment, it may find application in future Canadian river and/or tidal power systems.

Fundy's tides remains a massive, untried and ambitious project. While tidal power is a renewable, reliable and inflation-free source of energy, there are obstacles confronting its development. These include the completion of a pre-investment design program; the amassing of capital to finance a project; and a recent decline in the rate of growth of Maritime electrical energy demand.

RECOMMENDATION

To determine whether a tidal power development in the Bay of Fundy remains a viable proposition, the Committee recommends that an economic feasibility study be initiated without delay to verify the 1977 conclusions of the Tidal Power Review Board, and that funding in the order of $300,000 be allocated for this purpose.

RECOMMENDATION

If the findings of the economic feasibility study are favourable, the Committee further recommends that a three-year pre-investment design engineering, socio-economic and environmental study, as outlined in the 1977 Report, be

Exploitation marémotrice de la Baie de Fundy

La *réévaluation de l'énergie marémotrice de la Baie de Fundy* de 1977 a retenu, sur un groupe initial de 37 sites, trois sites justifiant d'être examinés en détail.

Tableau 6-13: DONNÉES COMPARATIVES DES TROIS SITES D'EXPLOITATION DE L'ÉNERGIE MARÉMOTRICE DANS LA BAIE DE FUNDY

Emplacement	Capacité installée (MW)	Rendement annuel moyen (giga-watt-heure)	Coûts d'immobilisations (en millions de dollars constants) 1977	1981(a)
Baie de Shepody (A6)—de la pointe Mary au cap Maringouin	1,550	4,533	2,197	2,966
Bassin Cumberland (A8)—de la pointe Peck à la pointe Boss	1,085	3,423	1,234	1,666
Baie Cobequid (B9) de la pointe Economy au cap Tenny	3,800	12,653	3,988	5,384

(a) On suppose que l'inflation a augmenté de 35 % les coûts d'immobilisation au cours de la période de quatre ans (1977-1981) (calculs effectués par les auteurs).

Source: D'après Canada, Bay of Fundy Tidal Power Review Board, 1977, p. 5.

Plusieurs raisons justifient le choix du bassin Cumberland pour la construction d'une usine marémotrice. En effet, c'est le plus petit des trois projets et les problèmes techniques pourraient être minimisés; la mitoyenneté permet la répartition égale des bénéfices entre le Nouveau-Brunswick et la Nouvelle-Écosse; à l'époque de sa mise en service (en 1995 au plus tôt), les Maritimes seront en mesure d'absorber 90 pour cent de sa production. Par contre, si l'aménagement se faisait dans la Baie de Shepody ou dans la Baie Cobequid, on devrait trouver un marché d'exportation pour absorber l'excédent d'énergie par rapport aux besoins des provinces canadiennes de l'Atlantique. A cet égard, les pourparlers qui ont eu lieu en février 1981 entre le premier ministre de Nouvelle-Écosse et le président du «Power Authority» de l'État de New-York montrent un renouveau d'intérêt à propos du financement du projet le plus important, celui de la baie Cobequid. Notons enfin que les préoccupations écologiques au sujet des modifications éventuelles des niveaux de la marée le long du littoral de la Nouvelle-Angleterre ne constitueraient pas un problème dans le cadre du projet du bassin Cumberland.

Il faut noter toutefois, que les hypothèses sur lesquelles se fondent l'étude de 1977 ont substantiellement changé. Le prix du baril de pétrole importé est actuellement de $40 environ; de nouvelles formes d'énergie (gaz naturel et énergie nucléaire) s'introduiront bientôt sur le marché des Maritimes et feront concurrence à l'énergie marémotrice; le taux de croissance de la consommation de l'énergie électrique a été inférieur au taux prévu à la suite de la hausse des coûts du pétrole et à la tendance plus nette vers l'utilisation rationnelle de l'énergie. Ces faits montrent qu'il est nécessaire de mettre à jour les travaux de 1977. On estime qu'une nouvelle étude de faisabilité économique prendrait 6 mois environ et coûterait $300,000.

En juin 1980 et dans le cadre d'un aménagement analogue, on a entamé l'exécution d'un projet expérimental de 20 MW dans le bassin Annapolis, près de l'embouchure de la Baie de Fundy. Ce projet de $46 millions, dont l'achèvement est prévu pour le milieu de 1983 et qui est financé conjointement par le gouvernement fédéral ($25 millions) et la Nouvelle-Écosse, a pour but d'expérimenter une turbine modifiée à écoulement direct (Straflo) utilisée actuellement dans un grand nombre d'aménagements fluviaux européens à faible hauteur de chute. Entre autres caractéristiques avantageuses cette turbine est compacte, offre un espace suffisant pour l'installation d'une génératrice de grande capacité, est facile d'accès, bénéficie d'un refroidissement efficace du groupe générateur tout en étant simple. La version canadienne de cette turbine est deux fois plus grande que la version européenne et, si elle fonctionne adéquatement dans un milieu salin, elle pourrait faire partie des aménagements canadiens futurs fluviaux et (ou) marémoteurs.

le besoin de nouvelles centrales à combustibles fossiles dans les programmes d'expansion des compagnies d'électricité des Maritimes; (3) la construction d'une usine suppose la participation financière directe et substantielle des gouvernements et un investissement minimal de l'ordre de $3 milliards; (4) les résultats de l'étude justifient la mise en œuvre de recherches technologiques, socio-économiques et écologiques. Trois sites, indiqués dans la figure 6-25, furent considérés comme se prêtant le mieux à l'aménagement.

La première étape de la réévaluation de 1977 a débouché sur les conclusions précédemment indiquées et n'a été suivie d'aucune autre étude sur l'énergie marémotrice dans la Baie de Fundy. En ajoutant son coût de $3.4 millions à celui des études antérieures, on

undertaken and that funding in the order of $50 million be allocated for this purpose.

RECOMMENDATION

If the findings of the definitive study are favourable, the Committee recommends that tidal power development be undertaken in the Bay of Fundy.

2. WAVE ENERGY

The prospect of using the energy of waves has probably interested man since he first witnessed the awesome power of breakers crashing against the shore. Certainly the effort to design machines to harness this renewable energy source has gone on for quite some time. Since 1876, 150 patents for wave power devices have been issued in the United States and some 350 patents are registered in the United Kingdom. Recently there has been a resurgence of interest in developing wave power devices as uncertainty about world petroleum supplies increases and as concern about the appropriateness of using nonrenewable energy resources develops.

Waves represent a very large and renewable source of energy. The resource is widely distributed throughout the world and it has a far greater total energy potential than does tidal power. But there are severe problems to overcome before wave energy is widely utilized.

The prime difficulty arises out of trying to marry a necessarily sophisticated technological device to a very often hostile environment. To assure reliable operation for long periods means, at the present time, a prohibitive capital investment per unit of energy output.

Other disadvantages associated with developing wave power arise out of the geographically widely-dispersed and intermittent nature of the source. These characteristics pose problems with the collection, transportation and storage of wave energy and make integration of this new energy source into existing energy systems difficult.

The United Kingdom is probably pursuing wave power research more vigorously than any other nation, having decided in 1976 to fund this energy alternative at an accelerated rate. The program now in place should allow it to choose the most promising device from the wide array being tested and give a grant to build a full-scale demonstration generator to supply electricity to the national grid.

Today Britain's two most promising designs are the "Salter Duck" and the "Cockerell Raft". The Salter Duck is an oscillating vane device which uses the rolling movement of the waves. It can, apparently, extract over 90% of available wave energy under experimental conditions. The Cockerell Raft floats on the surface and follows the contours of the waves. Electrical energy is generated by the movement of hydraulic motors or pumps which connect a series of these rafts.

Sweden is conducting a wave energy research program which should be completed in 1983. Other countries such as Norway, Finland, West Germany and France are also conducting wave power research.

In Japan full-scale generators of British manufacture powered by air-driven turbines have been installed in a ship called the *Kaimei.* This ship has chambers in the hull which are open to the sea and the movement of waves causes the water level in them to change, forcing air in and out. This moving air is passed through a series of rectifying valves to make its flow unidirectional, and it is then forced through a turbine to produce electricity by means of a generator. The *Kaimei* has been registered as a 1 MW power station and can supply electricity to the Japanese national grid. This research and demonstration program has been underway for two years under the auspices of the IEA with Britain, Japan, Ireland, the United States and Canada as active participants.

Canadian R & D has centred on studying an innovative design for a contouring raft device and testing a wave-absorbing plate but work has been done to assess the magnitude of the Canadian wave power resource as well. These latter studies have indicated that the amount of exploitable wave energy in Canada is small compared with that of the United Kingdom, Norway or South Africa and is spread out over a wide area. This suggests that there are only limited possibilities for exploiting the resource in this country.

CONCLUSION

The Committee recognizes that wave power could only be considered as a minor supplement to conventional power sources in Canada.

RECOMMENDATION

The Committee believes that Canada should keep up to date with international developments in the field of wave power research and should continue to participate in joint R&D ventures. It also recommends, however, that wave power research should have no priority status in Canadian energy research and development programs.

3. OCEAN THERMAL ENERGY CONVERSION (OTEC)

The Earth's oceans act as giant solar energy receptors which absorb much of the sun's radiation arriving at

trouve que les recherches sur les marées de la Baie de Fundy ont absorbé des sommes de l'ordre de $8 millions. A l'origine, ce travail devait être suivi d'une deuxième étape intitulée «Programme conceptuel de préinvestissement», mais cette étape n'a pas eu lieu à cause, d'une part, des frais qu'elle entraînait ($33 millions en 1978, soit $50 millions en dollars courants) et, d'autre part, de l'impossibilité de créer la Maritime Energy Corporation (MEC) qui devait diriger les travaux. Le Programme conceptuel triennal de $50 millions devait fournir une évaluation détaillée de tous les aspects écologiques, socio-économiques et techniques de l'aménagement marémoteur de la Baie de Fundy.

CONCLUSION

Malgré les $8 millions absorbés par les études effectuées au cours d'une période de 60 ans, l'exploitation des marées de la Baie de Fundy demeure un projet monumental, théorique et ambitieux. L'énergie marémotrice est certes renouvelable, fiable et à l'abri de l'inflation mais beaucoup d'obstacles entravent son exploitation, notamment: la réalisation d'un programme conceptuel du préinvestissement, la mobilisation des capitaux nécessaires à son financement et le déclin récent du taux de croissance de la demande de l'énergie électrique dans les Maritimes.

RECOMMANDATION

Afin de déterminer si l'installation d'une usine marémotrice dans la Baie de Fundy continue d'être une option viable, le Comité recommande d'entreprendre sans délai une étude de faisabilité économique pour vérifier les conclusions auxquelles est arrivé en 1977 le Conseil d'examen de l'énergie marémotrice de la Baie de Fundy et d'allouer à cette fin une somme de l'ordre de $300,000.

RECOMMANDATION

Par ailleurs, si les conclusions de cette étude sont favorables, le Comité recommande de plus d'entreprendre, tel que souligné dans le rapport de 1977, une étude comprenant un programme conceptuel de préinvestissement, une étude socio-économique et une étude écologique; un budget de l'ordre de $50 millions devant être affecté à cette fin.

RECOMMANDATION

Le Comité recommande enfin, si les conclusions de l'étude finale sont favorables, que l'on commence la mise en œuvre d'installations marémotrices dans la Baie de Fundy.

2. L'ÉNERGIE DES VAGUES

L'homme a peut-être songé à utiliser l'énergie des vagues quand il a vu pour la première fois la puissance impressionnante de celles qui déferlent sur le rivage. Ce qui est certain, c'est que les efforts visant à concevoir des machines pouvant mettre cette énorme source d'énergie renouvelable au service de l'homme ne datent pas d'hier. Depuis 1876, 150 brevets ont été délivrés pour ce genre de dispositifs aux États-Unis et environ 350 au Royaume-Uni. Récemment, alors que l'approvisionnement mondial en pétrole se teinte d'incertitude et que l'on s'interroge sur le bien-fondé de l'utilisation des sources d'énergie non renouvelables, on recommence à s'intéresser à la mise au point de dispositifs pouvant domestiquer les vagues.

Les vagues constituent une source énorme et inépuisable d'énergie. Cette énergie est répartie dans le monde entier et représente un potentiel bien plus important que l'énergie marémotrice mais il faudra surmonter des problèmes de taille avant de pouvoir l'utiliser sur une grande échelle.

La première difficulté est de faire fonctionner des dispositifs technologiques complexes dans un milieu très souvent hostile. Pour garantir un fonctionnement fiable sur de longues durées, il faut à l'heure actuelle des investissements considérables et disproportionnés par unité d'énergie produite. Le fait que cette source d'énergie est très dispersée géographiquement et qu'elle est intermittente pose également des problèmes. Il faut en effet trouver comment transporter l'énergie des vagues puis l'intégrer aux systèmes d'énergie existants.

A l'heure actuelle, le Royaume-Uni mise probablement plus que tout autre pays sur la recherche sur l'énergie des vagues puisque ce pays a, en 1976, décidé d'accélérer son rythme de subventionnement dans ce domaine. Le programme actuellement en œuvre lui permettra de choisir le dispositif le plus prometteur parmi une vaste gamme d'appareils pour l'instant au stade des essais et de fournir ensuite une subvention pour la construction d'un générateur de démonstration à grande échelle qui contribuera au réseau électrique national.

Pour le moment, les deux dispositifs britanniques les plus prometteurs sont le «canard» (Salter Duck) et le «radeau à clapets» (Cockerell Raft). Le premier est un dispositif à profils oscillants qui utilise le mouvement ondulatoire des vagues. Dans des conditions expérimentales, il semble qu'il puisse extraire 90% de l'énergie disponible. Le second dispositif flotte à la surface de l'eau et suit le contour des vagues. L'énergie électrique est produite par le mouvement de moteurs ou de pompes hydrauliques qui relient une série de radeaux de ce genre.

our planet's surface. This energy is stored in the form of heat. The surface waters warm up first but since warm water is lighter or less dense than cold water it tends to remain on top. This reduces the rate at which ocean waters mix and, as a consequence, the Earth's large saltwater bodies have become thermally stratified. Very deep waters are universally cold but surface waters, particularly in the tropics, can be quite warm by comparison.

It is this difference in temperature between surface and deep waters which is exploited in generating ocean thermal energy conversion (OTEC) power. With a temperature differential of about 18°C, an OTEC plant can convert the water's stored thermal energy into mechanical and, subsequently, electrical energy.

The exploitation of temperature gradients in the sea for energy production looks attractive to some tropical nations for a variety of reasons. First, oceanic thermal gradients offer a virtually limitless energy supply and, second, OTEC plants require no fuel. But there are other considerations as well. The energy output of OTEC installations would vary only marginally with seasonal water-temperature differences and the thermal energy resource itself is continuously exploitable. OTEC plants do not require any radically new technology, although existing technology would have to be refined and optimized before commercial installations are constructed.

OTEC facilities could generate electricity directly or, alternatively, they could produce a variety of energy-intensive products such as hydrogen, methanol, ammonia, aluminum, chlorine and magnesium. The circulation of large quantities of nutrient-rich, cold, deep water required for energy production could enhance biological production in the vicinity of the plant. And, finally, OTEC-derived electricity could help reduce future polarizations among nations over energy resources.

On the other hand, there are some difficulties associated with OTEC development which cannot be overlooked. The installations will be very large and very capital intensive. They could also have detrimental environmental effects although these have yet to be determined and much study has to be done in this area. The best sites for OTEC development are often located far from centres of power consumption; thus there may be difficulties and losses in the transmission of energy from the production site.

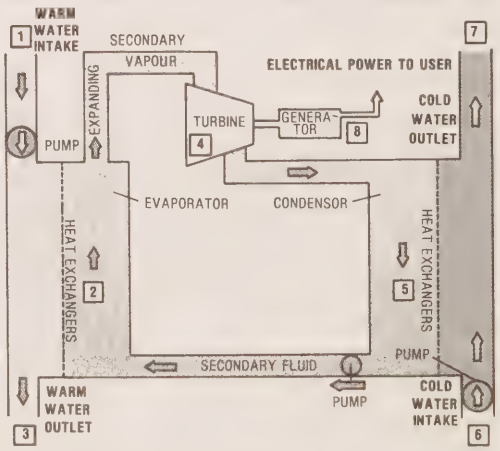
The main problem with developing closed-system OTEC power plants arises out of the necessity of exchanging heat from the seawater to a working fluid. With the relatively small temperature differences being exploited in this process, large surface areas for heat exchange are required and large flows of water are necessary in order to extract utilizable quantities of heat. The cost of the heat exchangers very much increases the capital cost of an OTEC installation (they can repre-

Ocean Thermal Energy Conversion Processes

There are two types of OTEC plants which have been considered for development. In the *open* OTEC process, warm surface water is evaporated and the resultant water vapour drives a turbine to generate power. The steam is then condensed by cold water which is pumped up from the depths and subsequently returned to the ocean. This is called an open system because seawater drives the plant and no working fluid is required. The main problems with this design are the size of the turbine required (some 14 metres in diameter), the removal of dissolved gases from the seawater and the corrosive properties of saltwater.

OTEC installations may perhaps more profitably operate using a *closed* system. In this process, warm water is used to heat a working fluid such as ammonia, propane or fluorocarbons, which evaporates, drives the turbine and is subsequently condensed by cold water (Figure 6-26). Warm water enters the OTEC plant at location 1, is pumped through the heat exchanger at location 2, and leaves the plant at location 3. The heat exchanger-evaporator (2) vapourizes the working fluid. This vapour is expanded in a turbine (4); then it leaves the turbine to enter the condenser (5). From there a pump returns the working fluid to the heat exchanger-evaporator (2). The cold water enters at location 6 and flows through the heat exchanger-condenser (5), leaving the plant at location 7. The turbine operates the electric generator (8), providing electric power to the user.

Figure 6-26: SCHEMATIC DIAGRAM OF A CLOSED-CYCLE OCEAN THERMAL POWER PLANT



Source: Knight *et al,* 1977, p. 3.

La Suède poursuit un programme de recherche sur l'énergie des vagues qui devrait se terminer en 1983 et d'autres pays comme la Norvège, la Finlande, l'Allemagne de l'ouest et la France effectuent aussi des recherches dans ce domaine.

Au Japon, des génératrices de fabrication anglaise et entraînées par des turbines à air ont été installées dans la coque du navire «*Kaimei*». Le «*Kaimei*» a, dans sa coque, des compartiments ouverts à la mer. Le mouvement des vagues fait varier le niveau d'eau dans ces compartiments, ce qui fait entrer ou sortir l'air. Cet air qui se déplace passe alors par une série de soupapes de redressement qui en rendent le flux unidirectionnel. Il se trouve alors forcé à passer dans une turbine qui produit de l'électricité grâce à un générateur. Le «*Kaimei*» a été immatriculé comme centrale électrique de 1 MW et peut fournir de l'électricité au réseau national japonais. Ce programme de recherche et de démonstration se poursuit depuis 2 ans sous les auspices de l'AIE avec la participation active de la Grande-Bretagne, du Japon, de l'Irlande, des États-Unis et du Canada.

La recherche canadienne a surtout été axée sur l'étude de la conception innovatrice d'un radeau qui suivrait le contour des vagues et l'essai d'une plaque qui absorberait l'énergie des vagues mais elle a porté également sur l'évaluation de l'importance de la ressource qui constitue l'énergie des vagues au Canada. Cette évaluation a indiqué que l'énergie des vagues exploitable au Canada est relativement peu importante par rapport à ce qui est le cas au Royaume-Uni, en Norvège et en Afrique du Sud. De plus, cette ressource est dispersée sur une très grande étendue, ce qui indique que les possibilités d'exploitation sont limitées au Canada.

CONCLUSION

Le Comité constate que le harnachement de l'énergie des vagues ne pourrait constituer qu'un faible appoint aux sources d'énergie classiques au Canada.

RECOMMANDATION

Le Comité estime que le Canada devrait se tenir au courant des progrès internationaux dans le domaine de l'énergie des vagues et continuer à prendre part à des programmes internationaux de recherche et développement. Il recommande toutefois de ne pas accorder de priorité élevée à la recherche dans ce domaine, dans le cadre des programmes canadiens de recherche et de développement sur l'énergie.

3. CONVERSION DE L'ÉNERGIE THERMIQUE DES OCÉANS (CETO)

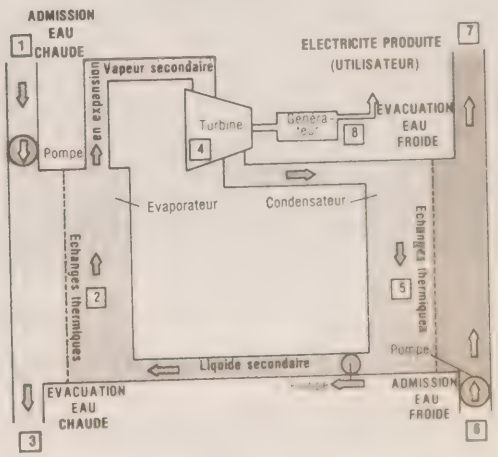
Les océans de la Terre sont de véritables capteurs solaires géants qui absorbent une grande partie du

Processus de conversion de l'énergie thermique des océans

Deux types de centrales CETO retiennent l'attention pour une mise au point éventuelle. Dans le processus CETO ouvert, on fait évaporer l'eau chaude de la surface et passer la vapeur d'eau ainsi obtenue dans une turbine pour produire de l'énergie. La vapeur est alors condensée par de l'eau froide que l'on pompe des profondeurs et que l'on retourne par la suite à la mer. Ce système est appelé «ouvert» parce que c'est l'eau de mer qui fait fonctionner la centrale sans passer par un fluide caloporteur. Les principaux problèmes de ce genre d'installation sont les dimensions de la turbine requise (environ 14 m de diamètre), l'élimination de gaz dissous dans l'eau de mer et les propriétés corrosives de l'eau salée.

Il serait peut-être plus profitable d'utiliser un système fermé dans lequel l'eau chaude chauffe un fluide caloporteur comme l'ammoniac, le propane ou des fluorocarbures, qui s'évapore, entraîne la turbine et se condense au contact de l'eau froide (Figure 6-26). L'eau chaude est admise dans la centrale au point 1, injectée dans l'échangeur thermique au point 2, puis expulsée au point 3. L'échangeur thermique/évaporateur (2) vaporise le fluide caloporteur. La vapeur se détend dans une turbine (4); puis quitte cette dernière pour entrer dans le condensateur (5). De là, une pompe renvoie le fluide caloporteur à l'échangeur thermique/évaporateur (2). L'eau froide entre au point 6 et passe par l'échangeur thermique/évaporateur puis sort de l'installation au point (7). La turbine fait fonctionner le générateur (8) qui fournit de l'électricité.

Figure 6-26: SCHÉMA D'UNE INSTALLATION «FERMÉE» D'ÉNERGIE THERMIQUE DES OCÉANS



Source: Knight et al., 1977, p. 3.

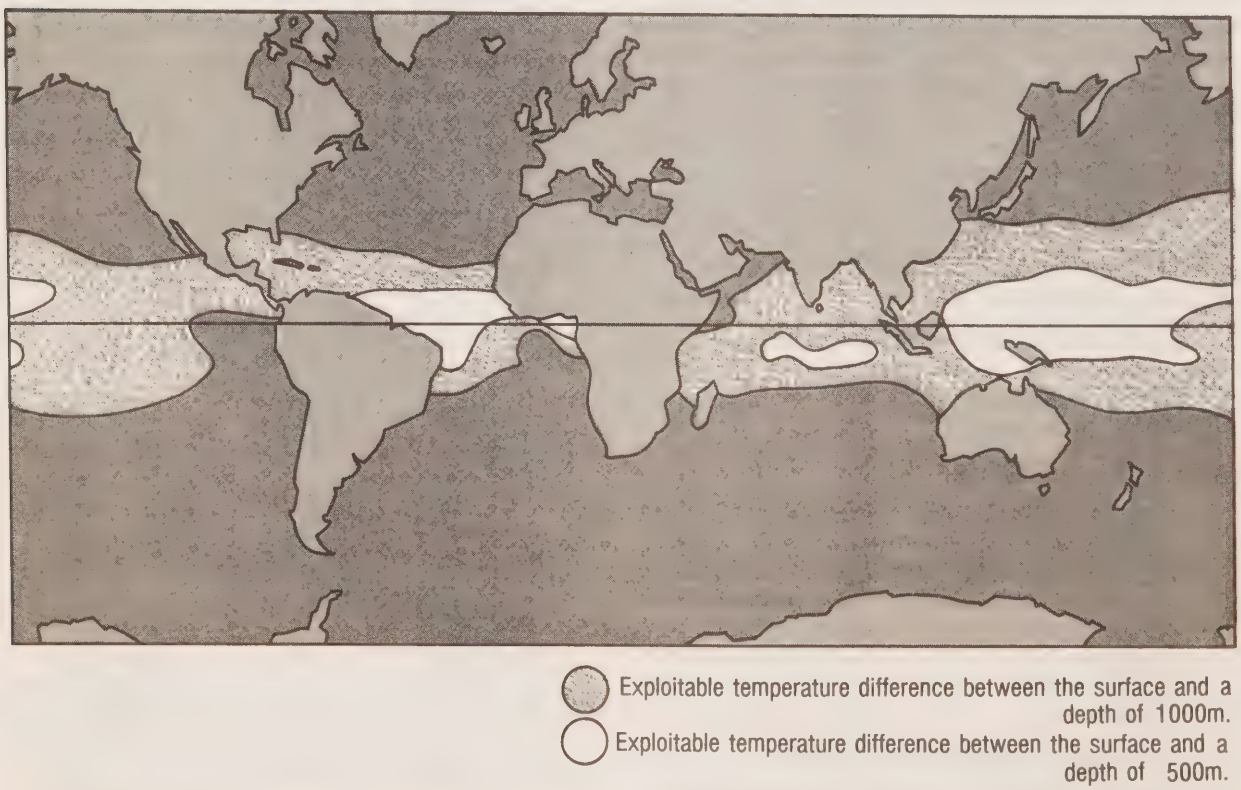
sent up to half the total plant investment) and the exchangers themselves present a continuous problem with corrosion and fouling with marine creatures on their seawater side.

There are also serious legal questions which must be addressed and resolved at the international level over who owns oceanic resources before extensive commercial development of OTEC power takes place.

Because of the great potential of the ocean thermal energy resource, a number of countries are interested in its development. Projects have been considered off the coasts of Curaçao, the Ivory Coast, Florida, Brazil, Zaire, Tahiti and Martinique and nations most actively involved in R & D include France, Japan and the United States Additional interest has been shown by a consortium of European industrial firms known as EUROCEAN and another industrial consortium is conducting a mini-OTEC experiment in cooperation with the State of Hawaii. The United States Government OTEC development program was funded at $38 million during fiscal 1979.

As mentioned earlier, OTEC facilities may only be seriously considered in regions where temperature differences between shallow and deep waters are 18°C or greater. This prerequisite essentially limits the exploitable resource to the tropics as temperature differences of at least this magnitude are required before plants of acceptable efficiency can be constructed (Figure 6-27). Efficiency is not important in terms of energy cost because the warm water required to power a plant is available at no cost. It is important, nevertheless, in determining the capital cost and size of a plant required to produce a given amount of power. With the efficiency being low (a typical OTEC plant may have an operating efficiency of 4% or less), very large amounts of warm and cold water must be circulated to extract energy. Thus the lower the efficiency the greater the size of the plant and the greater the required capital investment.

Figure 6-27: ZONES[a] OF THE EARTH'S OCEANS FAVOURABLE FOR THE EXTRACTION OF ENERGY FROM THERMAL GRADIENTS



[a] These zones refer to regions where the temperature differential between surface and deep waters (500 or 1,000 m) is always greater than 18°C.

Source: After Brin, 1979, p. 85.

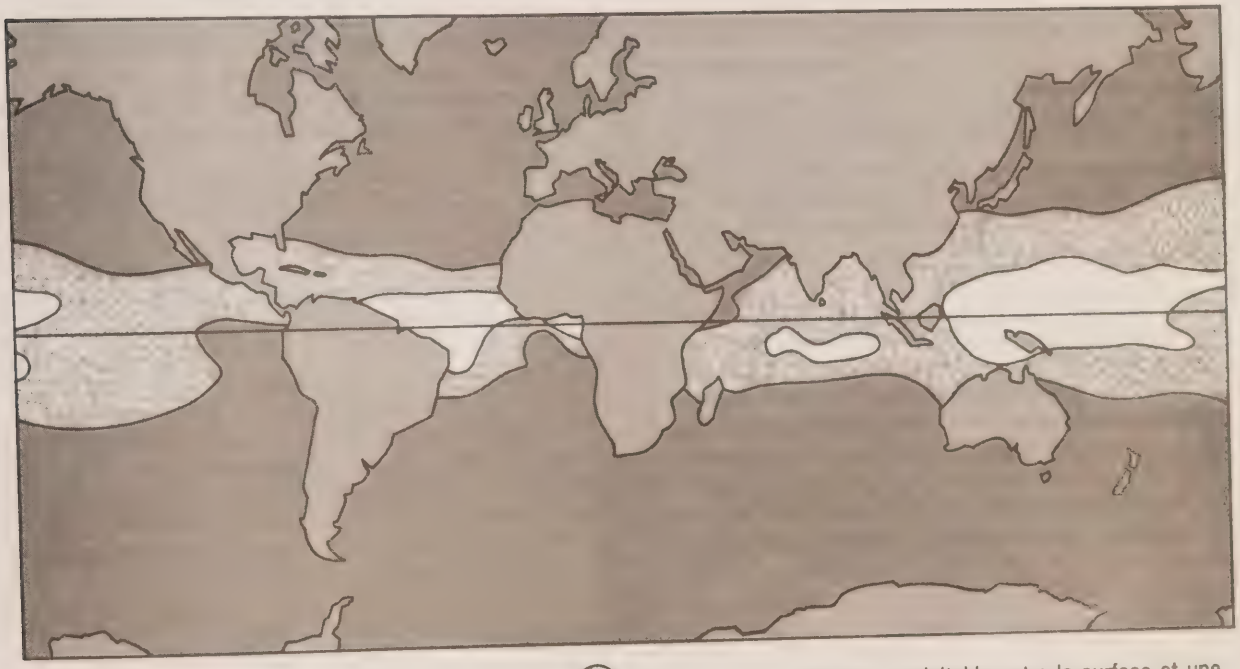
rayonnement solaire qui arrive à la surface de notre planète et l'emmagasinent sous forme de chaleur. Les eaux de surface s'échauffent en premier lieu mais, comme l'eau chaude est moins dense ou plus légère que l'eau froide, elle tend à demeurer en surface. Ce phénomène réduit le rythme de mélange des eaux de l'océan et aboutit à une stratification thermique des grands plans d'eau salée de la Terre. En profondeur, l'eau de mer est universellement froide mais l'eau de surface, surtout dans les zones tropicales, est relativement chaude.

C'est cette différence de température entre l'eau de surface et les eaux profondes qu'exploitent les systèmes de conversion de l'énergie thermique des océans (CETO). A partir d'une différence de température de 18° C, une centrale CETO convertit l'énergie thermique emmagasinée dans l'eau en énergie mécanique puis en énergie électrique.

L'exploitation des gradients de température de la mer pour la production d'énergie intéresse certains pays tropicaux pour diverses raisons. Premièrement les gradients de température des océans offrent des réserves inépuisables d'énergie et, deuxièmement, les installations CETO n'exigent aucun combustible. Mais il y a d'autres avantages: la production d'énergie d'une installation CETO ne varierait que peu sous l'effet des différences saisonnières de la température de l'eau et l'énergie thermique elle-même est exploitable en permanence. Aucune technologie vraiment nouvelle n'est nécessaire pour les centrales CETO mais il faudra perfectionner et optimiser la technologie existante avant de pouvoir construire des installations commerciales.

Les centrales CETO pourraient produire de l'électricité directement ou, si l'on préfère, produire toute une gamme d'éléments et composés dont la production consomme beaucoup d'énergie, notamment l'hydrogène, le méthanol, l'ammoniac, l'aluminium, le chlore et le magnésium. La circulation de grandes quantités d'eau profonde froide et riche en éléments nutritifs pourrait favoriser la production biologique à proximité de la centrale et, enfin, l'électricité produite par ces centrales pourrait réduire les risques d'éventuelles polarisations entre les nations à propos des ressources énergétiques.

Figure 6-27: ZONES[a] OCÉANIQUES SE PRÊTANT À L'EXTRACTION D'ÉNERGIE À PARTIR DES GRADIENTS THERMIQUES



[a] Ces zones sont des régions où la différence de température entre l'eau de surface et l'eau des profondeurs (500 ou 1,000 m) est toujours supérieure à 18° C.

Source: D'après Brin, 1979, p. 85.

CONCLUSION

Since the scale and cost of an OTEC plant depend upon the temperature differential at a site, OTEC units will not be economic in Canadian waters.

RECOMMENDATION

The Committee believes that research and development of OTEC energy should not be funded by the Federal Government at this time.

D'autre part, on ne peut ignorer certains problèmes que pose la mise au point d'un système CETO. Les installations seront grandes et exigeront des investissements considérables. Il se peut également qu'elles aient des effets négatifs sur l'environnement bien que cela n'ait pas encore été déterminé et que beaucoup d'études s'imposent dans ce domaine. Par ailleurs, les sites propices à ce genre d'installation sont souvent éloignés des centres de consommation d'énergie, ce qui pourrait amener des difficultés et des pertes du point de vue de la transmission de l'énergie à partir du site de production.

Le principal problème que pose l'utilisation d'une centrale CETO à système fermé est la nécessité de transmettre au fluide caloporteur la chaleur de l'eau de mer. Compte tenu de l'écart de température relativement faible exploité, on a besoin de surfaces d'échange importantes et de volumes d'eau considérables pour extraire des quantités de chaleur utilisables. Le coût des échangeurs thermiques fait augmenter considérablement les investissements exigés pour une installation CETO (il peut représenter jusqu'à la moitié du montant global) et les échangeurs eux-mêmes sont sujets à des problèmes continus de corrosion et de salissure biologique sur leur côté eau de mer.

De graves questions juridiques doivent aussi être envisagées et résolues à l'échelle internationale à propos de droits de propriété des ressources océaniques et ce, avant d'entamer l'exploitation commerciale des systèmes CETO.

En raison du potentiel énorme que représente l'exploitation de l'énergie thermique des océans, un certain nombre de pays se sont intéressés à sa mise au point. Des projets ont été envisagés au large des côtes du Curaçao, de la Côte d'Ivoire, de la Floride, du Brésil, du Zaïre, de Tahiti et de la Martinique, et la France, le Japon et les États-Unis sont au premier rang des pays qui poursuivent activement des programmes de recherche et de développement dans ce domaine. Un consortium de sociétés industrielles européennes appelé EUROCEAN s'intéresse à ces projets et un autre consortium industriel poursuit une mini-expérience CETO en coopération avec l'état de Hawaï. Pendant l'exercice de 1979, le gouvernement des États-Unis a accordé un financement de $38 millions au programme de développement CETO.

Comme il a déjà été indiqué, on ne peut vraiment envisager d'installations CETO que dans les régions où il existe une différence d'au moins 18° C entre la température de l'eau en surface et celle de l'eau profonde. Cette condition limite essentiellement l'exploitation de cette ressource aux zones tropicales car il faut au moins des différences de température de cet ordre pour pouvoir construire des installations rentables (Figure 6-27). Le rendement thermodynamique n'est pas important en termes de coût de l'énergie puisque l'eau chaude qui fait fonctionner la centrale est disponible gratuitement. Ce rendement est toutefois important quand on veut calculer le coût en capital et les dimensions d'une centrale devant produire une quantité d'énergie donnée. Quand le rendement est faible (une centrale CETO type peut avoir un rendement pratique de 4% au moins), il faut faire circuler de très grandes quantités d'eau froide et d'eau chaude pour produire de l'énergie. Plus le rendement est faible, plus les dimensions de la centrale doivent être grandes et les capitaux investis, importants.

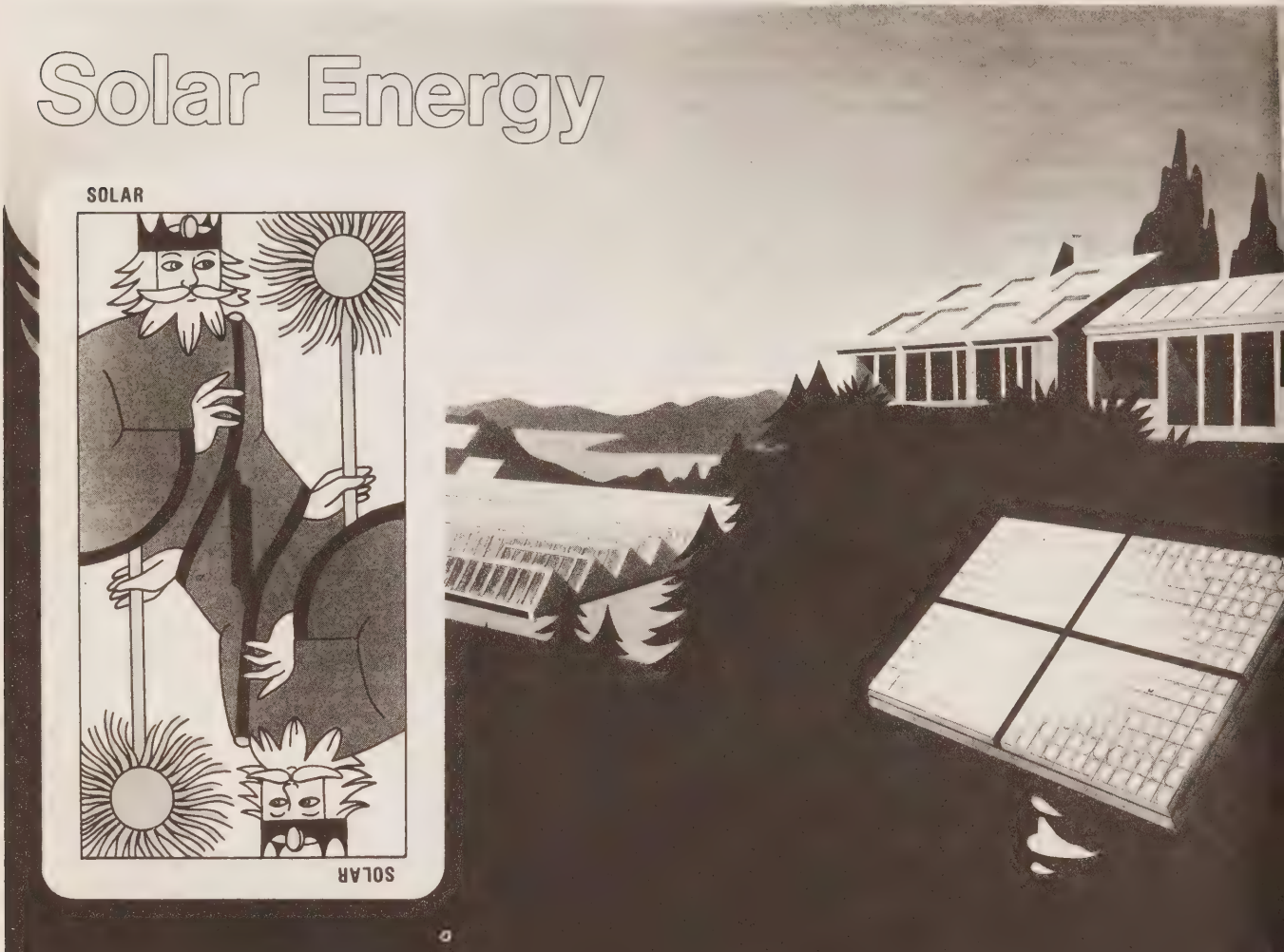
CONCLUSION

Comme l'échelle et le coût d'une centrale CETO dépendent des gradients de température que l'on trouve en un site donné, les centrales CETO ne seront jamais une proposition économique dans les eaux canadiennes.

RECOMMANDATION

Le Comité estime que, pour le moment, le Canada ne devrait pas financer de projet de recherche et de développement dans le domaine de l'énergie thermique des océans (CETO).

Solar Energy



1. THE NATURE OF SOLAR ENERGY

The solar radiation which man seeks to harness originates 93 million miles away in the sun, a sphere of incandescent gases with an effective surface temperature of 6,000 K (over 10,000°F). The centre of the sun is estimated to reach a temperature of some 15 million degrees Kelvin (27 million degrees Fahrenheit).

The sun is a continuously operating fusion reactor converting mass into energy at a calculated rate of about 4.5 million tonnes per second. Scientists have deduced that the principal fusion reaction taking place is one in which two hydrogen nuclei (protons) combine to produce helium. The small loss of mass which accompanies this reaction appears as energy. Virtually all of this energy is generated within the sun's core and then radiated into space.

Radiant energy is emitted from the sun at the prodigious rate of some 4×10^{23} kilowatts (nearly 1.5×10^{27} Btu) per hour but the Earth intercepts only a tiny fraction of this radiation. On the basis of data received by spacecraft at the outer edge of the Earth's atmosphere, the solar radiation crossing a perpendicular surface of one square metre every second is 1,353 watts, or 428 Btu/foot^2/hour. This value is known as the *solar constant*.

Not all of this energy reaches the Earth's surface. About 30% is directly reflected by the atmosphere back into space while an estimated 47% is absorbed as heat by the atmosphere, bodies of water and the surface of the land, becoming part of our planet's low-temperature heat budget. Almost all of the remaining solar power drives the hydrologic cycle — the evaporation, precipitation and circulation of water. Roughly speaking, one-half to two-thirds of the radiation incident on the outer

Energie solaire





1. NATURE DE L'ÉNERGIE SOLAIRE

Le rayonnement solaire que l'homme cherche à exploiter prend origine à 93 millions de milles de notre globe, dans une sphère de gaz incandescents—le Soleil—dont la température effective de surface est de 6,000 degrés Kelvin (plus de 10,000° F) alors que celle du centre est estimée à 15 millions de degrés Kelvin (27 millions de degrés Fahrenheit).

En fait, le Soleil est un réacteur thermonucléaire en fonctionnement perpétuel qui convertit la masse en énergie au rythme de quelque 4.5 millions de tonnes par seconde. Les savants ont déduit que la principale réaction thermonucléaire se produisant dans le Soleil combine deux noyaux d'hydrogène (protons) pour produire de l'hélium. La différence massique qui accompagne cette réaction apparait sous forme d'énergie. Pratiquement toute cette énergie est produite au centre du Soleil puis se propage vers la périphérie et dans l'espace.

L'énergie radiante est émise du Soleil au rythme prodigieux de quelque 4×10^{23} kilowatts (près de 1.5×10^{27} BTU à l'heure.) La Terre, bien sûr, n'intercepte qu'une fraction infime de ce rayonnement. Selon les données reçues par les engins spatiaux, aux confins de l'atmosphère terrestre, le rayonnement solaire traversant une surface perpendiculaire d'un mètre carré en l'espace d'une seconde est de 1,353 watts (ou 428 BTU/heure/pied carré), valeur connue sous le nom de *constante solaire*.

Toute cette radiation n'atteint pas la surface de la Terre. Une fraction de 30% environ est réfléchie directement par l'atmosphère vers l'espace alors qu'une fraction estimée à 47% est absorbée sous forme de chaleur par l'atmosphère, les plans d'eau et la surface du sol et est intégré au budget thermique à température réduite de notre planète. La quasi-totalité du reste de l'énergie solaire détermine le cycle hydrologique: l'évaporation, la

edge of the atmosphere ultimately reaches the surface of the Earth, either as direct or diffused radiation. In the Earth's temperate regions, mid-day solar radiation, on a clear day perpendicular to the sun's rays, typically reaches 260 Btu/foot²/hour (823 watts/metre²/second). By comparison, a barrel of crude oil contains approximately six million Btu, or the equivalent of 23,000 hours of sunshine on that one square foot.

Expressed in this way, available solar energy does not appear very impressive, yet the total amount of energy involved is immense. To illustrate this point, the amount of sunlight received in one year by 4,300 square miles of land, which is only 0.15% of the surface area of the contiguous United States, is roughly equal to that country's entire 1970 energy consumption.

Solar radiation is diffuse and intermittent both seasonally and diurnally. Substantial areas of collectors are therefore needed to make large-scale use of this resource and costly backup systems and/or storage facilities are required for some applications. Yet in spite of these disadvantages, solar energy has numerous characteristics which make it attractive as a future energy source. As already noted, the total amount of energy available is immense. Solar energy is also inexhaustible, ubiquitous, free and relatively non-polluting in its end use.

A wide variety of technologies have been and are being developed as man attempts to exploit the solar resource to meet his energy needs. For ease of discussion these applications can be divided into three categories: space and water heating, solar-thermal power generation, and direct conversion to electricity (photovoltaics).

2. SOLAR SPACE AND WATER HEATING SYSTEMS

A. PASSIVE SYSTEMS

The benefits of passive solar design are only now being appreciated in this country, but such design offers a great potential for reducing conventional energy consumption in Canadian homes and buildings.

A passive solar space heating system is one in which the structural and architectural elements (walls, floors, windows) of a building are used to collect, store and distribute part of the thermal energy needed to meet the structure's heating requirements. In a purely passive system there are no fans, pumps or other mechanical devices needed to distribute the thermal energy as it moves by natural means (conduction, convection and radiation). Passive solar heating systems can be divided into three main types: direct gain, indirect gain and isolated gain (Figure 6-28).

In addition to the passive solar design features aimed at maximizing solar collection (increased south-facing windows) and storage (additions of thermal mass) noted in Figure 6-28, there is a third integral part to passive solar design which involves energy conservation or the reduction of heat loss. To maximize the contribution of passive solar gain to a building's heat requirements the building must be energy-efficient. Passive solar and energy-efficient design are thus inseparable. A detailed account of potentials and problems associated with these two concepts is presented in the section on Conservation as an Energy Source.

Information and education are essential elements in bringing about increased demand for passive solar and energy-conserving houses and buildings. Many people are not aware that passive solar and energy-conserving designs are already cost-effective in some applications at today's energy prices. The economics of this combined approach to energy saving can only improve as the price of oil continues to rise. The program of public information on energy conservation which the Department of Energy, Mines and Resources has in place has been highly successful and has served as a model for similar programs in other countries. This effort should be expanded making sure that new publications keep up-to-date with developments in the field.

CONCLUSION

Passive solar space heating coupled with energy-efficient design and construction has a great deal of potential to reduce energy demand for space heating in Canada. Information on passive solar design is a natural companion to the conservation message which the Government has been carrying to the public.

RECOMMENDATION

The Federal Government should extend its public education program on conservation to include information on passive solar energy and energy-efficient building practices.

B. ACTIVE SYSTEMS

Active solar systems differ from passive systems in that heat is transferred through the system in a regulated way by pumps or fans. In addition, a heat storage device other than the building mass is used. An active solar heating system is therefore composed of the following components: a solar collector whose function is to gather the sun's energy; a circulating loop with pumps and pipes to carry the heat from the collector to the house; a heat storage reservoir of some kind to assure that the heat can be distributed evenly during the day; and a thermostatic control system to distribute the heat when and where required. Depending on the

précipitation et la circulation de l'eau. Généralement parlant, une fraction variant entre la moitié et les deux tiers de l'énergie de rayonnement incidente au bord extérieur de l'atmosphère atteint la surface de la Terre sous forme de rayonnement direct ou diffus. Dans les régions tempérées de la Terre, le rayonnement solaire de midi, par un ciel dégagé et sur un espace perpendiculaire aux rayons du Soleil, produit typiquement 260 BTU/heure/pied carré. Par comparaison, un baril de pétrole brut contient six millions de BTU environ, soit l'équivalent de 23,000 heures de rayonnement solaire sur un pied carré.

Exprimée en ces termes, l'énergie solaire disponible n'est pas si impressionnante et pourtant, le montant total d'énergie en cause est énorme. A titre d'exemple, la quantité de rayonnement solaire reçue en une année par 4,300 milles carrés de terre (0.15% seulement de la superficie des terres des États-Unis) est presque égale à la consommation énergétique totale de ce pays en 1970.

Le rayonnement solaire est diffus et intermittent sur des bases à la fois saisonnière et journalière. L'exploitation à grande échelle de cette ressource exige donc de grandes surfaces de captage et des systèmes d'appoint ou des systèmes d'emmagasinage coûteux. Néanmoins, malgré ces inconvénients, l'énergie solaire a de nombreuses propriétés qui en font une source énergétique future prometteuse. Comme nous l'avons souligné, la quantité totale d'énergie disponible est immense. D'autre part, l'énergie solaire est inépuisable, gratuite, relativement non polluante et se trouve partout.

Dans ses tentatives d'exploiter cette source pour satisfaire ses besoins d'énergie, l'homme a élaboré ou est en voie d'élaborer une grande variété de technologies. Pour en faciliter l'étude, on a divisé en trois catégories les domaines d'application: le chauffage des locaux et de l'eau, la thermoélectricité et la conversion directe de l'énergie solaire en énergie électrique (piles photovoltaïques).

2. LES SYSTÈMES DE CHAUFFAGE DES LOCAUX ET DE L'EAU

A. CHAUFFAGE PASSIF

On ne fait que commencer, dans ce pays, à se rendre compte des avantages du chauffage solaire passif alors qu'il offre un vaste potentiel de réduction de la consommation d'énergies classiques dans les domiciles et édifices canadiens.

Un chauffage solaire des locaux utilise les éléments structuraux et architecturaux (murs, parquets, fenêtres) du bâtiment à chauffer pour capter, stocker et distribuer une partie de l'énergie thermique nécessaire aux besoins de chauffage de ce bâtiment. Dans un chauffage solaire passif proprement dit il n'existe ni ventilateurs, ni pompe ni d'autres dispositifs mécaniques pour distribuer l'énergie thermique qui circule d'elle-même (conduction, convection et rayonnement). On distingue trois principaux types de chauffage solaire passif: à captage direct, à captage indirect et à captage isolé (Figure 6-28).

Outre l'existence des éléments du chauffage solaire passif destinés à maximiser le captage du rayonnement solaire (fenêtres orientées vers le sud) et le stockage de la chaleur (additions de masses thermiques) comme le montre la figure 6-28, le chauffage solaire passif permet—troisième particularité—d'assurer la conservation de la chaleur ou la réduction de la déperdition thermique. Afin d'optimiser la contribution du captage solaire passif au chauffage d'un édifice, celui-ci doit être conçu pour faire la meilleure utilisation possible de l'énergie qu'il consomme. Le captage solaire passif et une construction efficace du point de vue de la consommation d'énergie sont en fait deux aspects indissociables. On trouvera dans la partie traitant de la conservation en tant que source d'énergie un compte rendu détaillé du potentiel de ces deux concepts ainsi que des problèmes qu'ils soulèvent.

L'information et l'éducation du public constituent des conditions préalables à l'augmentation de la demande de maisons et bâtiments à chauffage solaire passif bien conçus du point de vue de la conservation de l'énergie. Nombreux sont ceux qui ignorent que les techniques de chauffage solaire passif et de conservation de l'énergie sont déjà, dans certains cas, rentables aux prix actuels de l'énergie et que les avantages économiques de cette conception mixte ne peuvent que s'accentuer à mesure que le prix du pétrole continue d'augmenter. Le programme d'information publique sur la conservation de l'énergie lancé par le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources a eu beaucoup de succès et a servi de modèle à des programmes analogues dans d'autre pays. Ces efforts doivent être maintenus grâce à des publications nouvelles faisant état des progrès réalisés dans ce domaine.

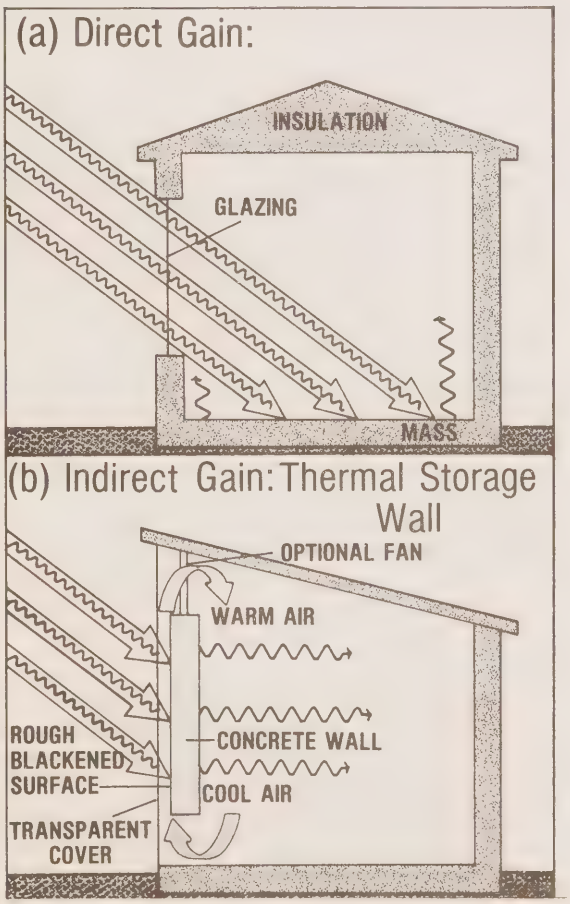
CONCLUSION

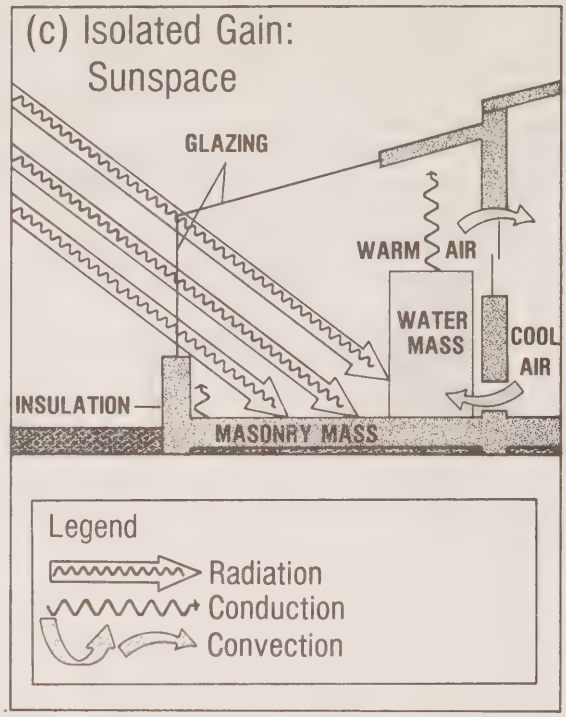
Le chauffage solaire passif, ajouté à une conception et à une construction efficaces du point de vue de la consommation énergétique, pourrait faire beaucoup pour réduire la demande d'énergie au chapitre du chauffage des locaux au Canada. Les informations sur le chauffage solaire passif vont tout naturellement de pair avec le message de conservation que le gouvernement communique au public.

Passive Solar Heating

Direct gain is the most commonly used form of passive solar system. It utilizes the sunlight entering a building directly through the windows and careful design can maximize the heat gained directly in this way. South-facing windows admit the most solar radiation (in the northern hemisphere), consequently passive solar buildings are designed with the largest window area facing south. An overhanging roof on this side admits sunlight in the winter when the sun is low in the sky, and blocks out unwanted solar radiation in summer when the sun is high. Since the solar radiation is both collected and stored within the living space, adequate thermal mass (heat storage capacity) must be provided in the interior of the building to minimize temperature fluctuations — heat absorbed during the day is available at night to warm the building. The required thermal mass

Figure 6-28: APPROACHES TO PASSIVE SOLAR HEATING





Source: After Anderson and Riordan, 1976, p. 14, 121, 234.

can take such forms as concrete floors or walls, masonry block walls, slate floors, stone fireplaces or double layers of drywall. Any of these features built into a house will act as a storage unit for the solar system and the distinguishing feature of all of these passive solar components is that they are an integral part of the building itself.

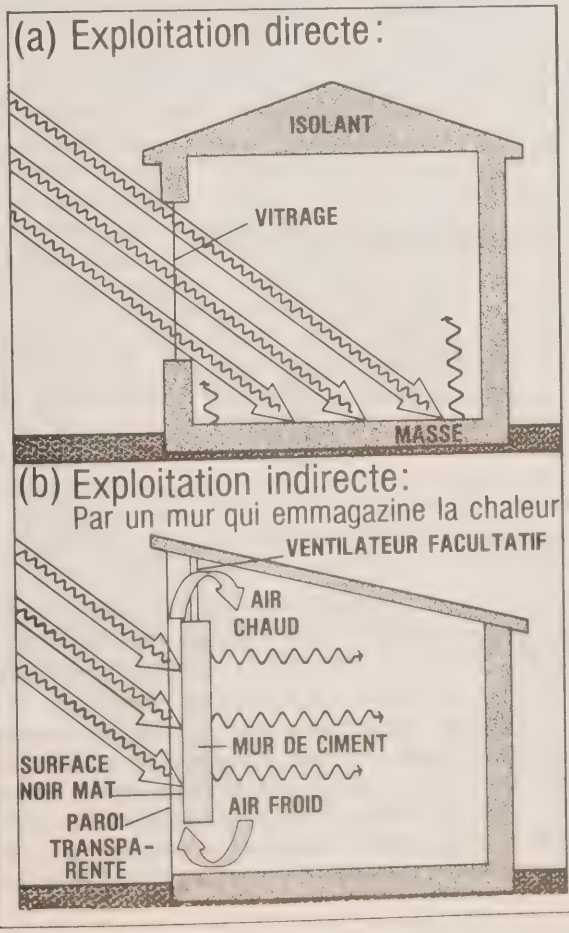
In systems employing indirect gain, a heat absorbing material is placed directly behind the windows in the path of the sunlight. Such a thermal storage wall can be made of concrete, stone, brick or containers of water, and vents at the top and bottom of the wall allow the convective circulation of warm air into the room. The wall absorbs heat during the day and radiates warmth at night.

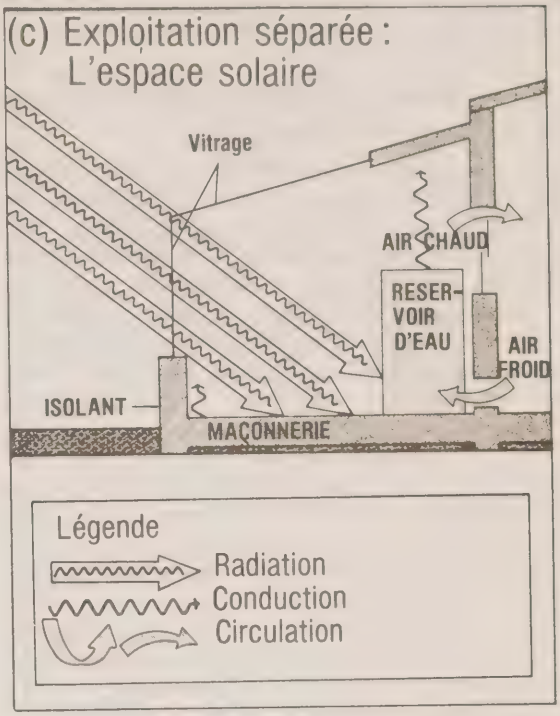
The third method of using passive solar energy for space heating is through isolated gain. In this system a structure is built onto a house to capture solar energy and the captured heat circulates through the living space by convection. The most common example of such a structure is a solar greenhouse, which often uses water drums as the heat storage medium. This method of utilizing passive solar heating is most suitable for retrofit onto existing buildings.

Chauffage solaire passif

Le captage direct constitue la forme la plus communément utilisée aujourd'hui. Il emploie les rayons solaires qui pénètrent dans un bâtiment par les fenêtres et une architecture adéquate peut maximiser ce captage direct de la chaleur. Ce sont les fenêtres orientées vers le sud qui laissent passer le plus de rayonnement solaire (dans l'hémisphère nord), ce qui fait que les bâtiments à chauffage solaire passif comportent de larges baies vitrées orientées vers le sud. Un toit en porte-à-faux sur cette façade laissera passer les rayons solaires en hiver lorsque le soleil est bas dans le ciel mais les arrêtera en été lorsque le soleil est haut. Étant donné que le rayonnement solaire est à la fois capté et stocké dans l'espace habitable, l'intérieur des bâtiments doit comporter une masse thermique (capacité de stockage thermique) adéquate afin de minimiser les variations de température. La chaleur absorbée durant le jour rayonnera la nuit et chauffera le bâtiment. La masse thermique requise peut être constituée par des planchers ou des murs en béton, des murs en maçonnerie, un pavage d'ardoise, des cheminées en pierre ou des murs intérieurs à double revêtement. Chacun de ces éléments de construction agira comme unité de stockage de la chaleur solaire. L'intérêt de tous ces éléments, c'est qu'ils font partie intégrante du bâtiment lui-même.

Figure 6-28: CHAUFFAGE SOLAIRE PASSIF DES LOCAUX





Source: D'après Anderson et Riordan, 1976, p. 14, 121, 234.

Dans le captage indirect, un matériau servant à absorber la chaleur solaire est placé directement derrière les fenêtres, sur le passage des rayons du soleil. Ce genre de mur de stockage thermique peut être en béton, en pierre, en briques ou comporter des récipients d'eau. Des ouvertures situées au sommet et au bas du mur permettent la circulation par convection de l'air chaud dans les locaux. Le mur absorbe la chaleur durant le jour et la rayonne durant la nuit.

La troisième méthode de chauffage solaire passif des locaux est celle du captage isolé. Dans ce cas, la maison comporte une structure qui capte l'énergie solaire et la chaleur ainsi captée circule dans l'espace habitable par convection. L'exemple le plus connu est la serre solaire où des tonneaux d'eau servent souvent de moyen de stockage de la chaleur. Cette méthode de chauffage solaire passif est la plus appropriée dans les cas de réfection de bâtiments.

system, other elements (such as heat exchanger, expansion chamber, draining mechanism) may be required.

The most important of the above elements are the collector and the storage system. These elements are described in the following paragraphs.

A solar collector consists of a black-coloured plate which is heated up when exposed to solar radiation. The heat is extracted from the plate by cooling it with a fluid which circulates in a network of tubing bonded to the plate. In order to avoid loss of some of the heat to the air, the plate is isolated from it. First, the plate is contained in a well-insulated box to prevent heat losses. Second, it is covered by one or two transparent covers which will stop heat losses due to natural convection. The glass or plastic cover allows "visible" solar radiation to enter but prevents long-wave radiation (heat) from escaping, creating a greenhouse effect. This is the general principle of a solar collector. Many variants have been designed to improve performance and cost: evacuated-tube collectors, thermo-pane collectors, concentrators, plastic collectors, and so on. Absorber plates have been built out of aluminum, copper, steel and plastic; covers using special glass have also been tried. Three of the variants are shown in Figure 6-29.

The cost of evacuated tubes is presently greater than that of the more commonly used flat-plate collectors but the excellent insulation afforded by the vacuum preserves their operating efficiency in cold weather and partially offsets their added cost. These collectors seem well suited to Canadian climatic conditions but some problems have been encountered. They lose so little heat that snow can accumulate on them, greatly reducing their efficiency. Concentrating collectors are used in applications where higher temperatures are required.

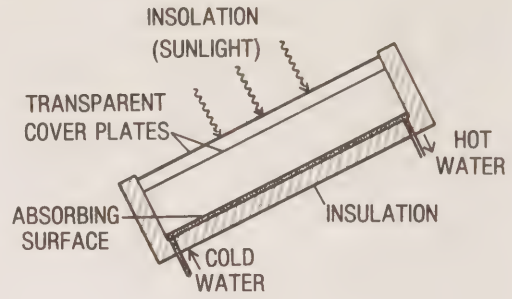
The other important component of an active solar system is the heat storage element. One of the disadvantages in using active solar heating in northern climates or in cloudy areas is the lack of sufficient sunlight to allow the system to handle the full heating load. Thus, where daily insolation in winter may not be sufficient to meet heating needs or where rain and fog can persist for days on end, a storage system becomes necessary.

Conventional heat storage systems using insulated containers of water, rocks or other materials are very bulky and gradually lose their heat to their surroundings. In order to reduce the heat losses normally encountered in small heat reservoirs, it has been suggested that huge volumes of heated water be stored underground in a confined aquifer isolated from the surface by a thick, naturally-occurring layer of impermeable clay. The idea is to withdraw many millions of gallons of water from the aquifer during the summer, pass it through solar water heaters and reinject the heated water into the aquifer through a second well. The hot water would then be pumped back up during the winter to heat a whole housing development. Such a storage system has been successfully tested in the U.S. and Europe where heat recapture as high as 75% has been achieved.

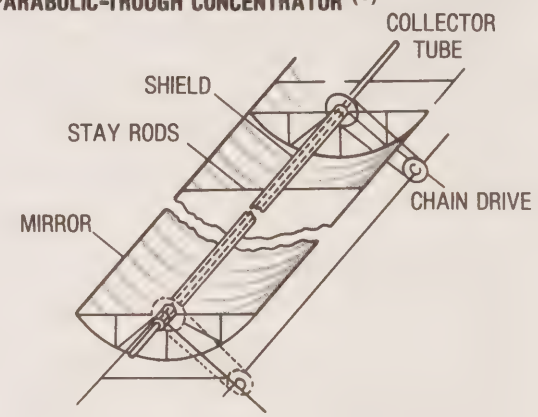
Chemical heat storage using hygroscopic minerals or salts can also overcome the problems encountered with small-scale water or rock storage systems. When dry, these substances store energy indefinitely in the form of a chemical potential and, when moistened, they give up heat in an exothermic or heat-releasing reaction.

Figure 6-29: THE THREE PRINCIPAL TYPES OF SOLAR COLLECTORS

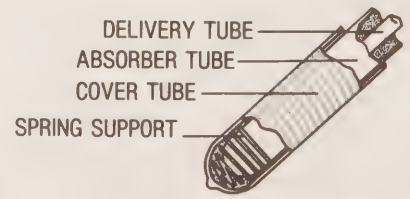
FLAT-PLATE SOLAR COLLECTOR (1)



PARABOLIC-TROUGH CONCENTRATOR (1)



EVACUATED-TUBE COLLECTOR (2)



Source: (1) After Williams, 1977, p. 10, 16.
(2) Solartech Ltd., undated, p. 2.

RECOMMANDATION

Le gouvernement fédéral doit étendre la portée de son programme d'éducation du public sur la conservation pour y inclure des informations sur le chauffage solaire passif et les méthodes de construction efficaces du point de vue de la consommation énergétique.

B. LES SYSTÈMES ACTIFS

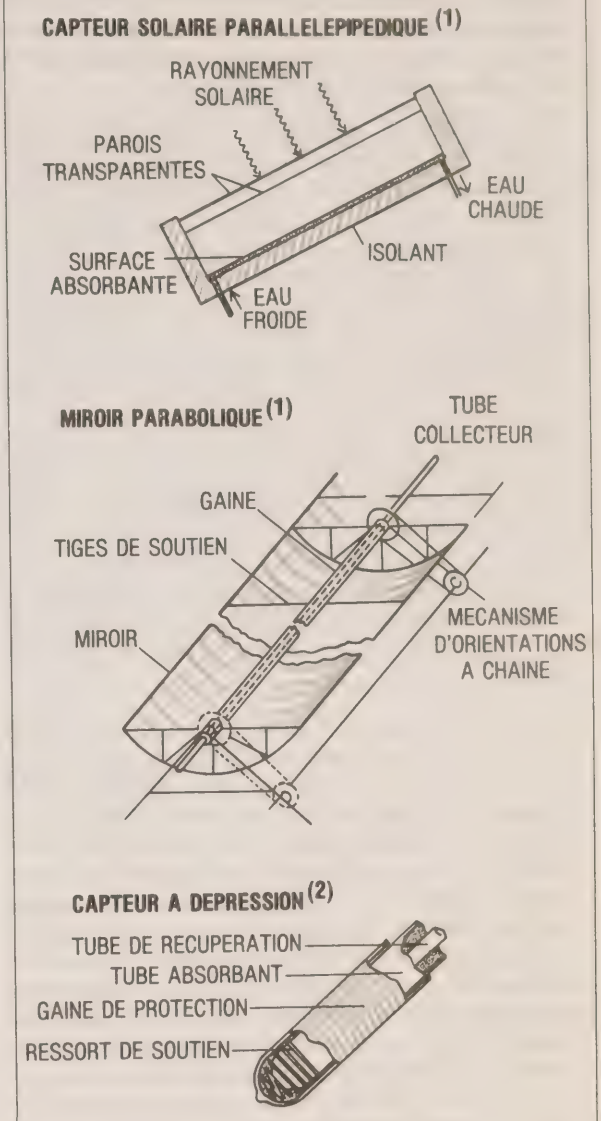
Les systèmes actifs de chauffage solaire diffèrent du chauffage passif par le fait qu'ils utilisent un dispositif de stockage thermique indépendant de la structure même. En outre, la chaleur est transmise d'une façon forcée à l'aide de pompes ou de ventilateurs. Ainsi l'on peut dire qu'un système actif est composé d'un collecteur solaire dont la fonction est d'absorber l'énergie du soleil; d'un circuit à pompes et conduites amenant la chaleur du collecteur à la maison; d'un dispositif de stockage de la chaleur qui permet de distribuer également celle-ci durant la journée et enfin d'un contrôle thermostatique grâce auquel on peut répartir la chaleur où et quand on veut.

Les plus importants de ces éléments sont le collecteur et le réservoir de stockage. Ces éléments sont décrits ci-dessous.

Un collecteur solaire est en fait une plaque de couleur noire qui s'échauffe lorsqu'on l'expose au rayonnement solaire. On extrait la chaleur de cette plaque en faisant circuler un fluide caloporteur dans un réseau de tubes en contact avec la plaque. Pour éviter les transferts de chaleur à l'air, la plaque est isolée de l'air. Tout d'abord, on place la plaque dans une boîte bien isolée afin d'éviter les déperditions de chaleur puis on la recouvre d'un ou deux revêtements transparents qui arrêteront les déperditions dues à la convection naturelle. Le couvercle de verre ou de plastique laisse passer le rayonnement solaire visible tout en empêchant le rayonnement de grande longueur d'onde (chaleur) de s'échapper. On crée ainsi un effet de serre. C'est le principe général de fonctionnement d'un collecteur solaire. Pour en abaisser le coût et en augmenter le rendement, on a mis au point de nombreuses variantes: collecteurs à capteur sous vide, concentrateurs, collecteurs en plastique, etc. On a fabriqué des plaques absorbantes en aluminium, en cuivre, en acier et en plastique et on a essayé des revêtements transparents en verre spécial. La figure 6-29 montre trois de ces variantes.

Le coût des collecteurs à capteur sous vide est pour l'instant supérieur à celui des collecteurs à capteur plan plus répandus mais l'excellente isolation qu'offre le vide préserve leur efficacité par temps froid et compense ainsi partiellement leur coût plus élevé. Ces collecteurs semble bien adaptés aux conditions climatiques canadiennes bien qu'ils posent certains problèmes. En effet, ils perdent tellement peu de chaleur que la neige peut s'accumuler par dessus, ce qui en réduit grandement l'efficacité. Enfin, on a recours aux collecteurs à focalisation lorsqu'il est nécessaire d'atteindre des températures plus élevées.

Figure 6-29: TROIS PRINCIPAUX TYPES DE COLLECTEURS SOLAIRES



Source: (1) D'après Williams, 1977, p. 10 et 16.
(2) Solartech Ltd., sans date, p. 2.

L'autre élément d'un chauffage solaire actif est le moyen de stockage thermique. On a observé que l'un des inconvénients de l'exploitation des systèmes actifs classiques de chauffage solaire dans les climats nordiques ou dans les régions au ciel fréquemment nuageux

Moreover, hygroscopic materials can be used indefinitely without deterioration. When solar radiation is inadequate to meet heating requirements, thermal energy can be released from the chemical storage system. When sunlight is freely available, the chemical storage system can be dehydrated or "recharged".

Systems using hygroscopic compounds for heat storage are under development in Sweden and Canada, and a Swedish experimental system has been in operation since November 1979 meeting all the heating needs of a five-room house with no backup systems whatsoever. The hygroscopic salt used is sodium sulphide (NaS_2). Eight separate storage tanks of the material are situated in the basement and solar heat is derived from 40 square metres of solar panels on the roof. The sodium salt has a very high energy density compared with conventional heat storage media such as water or rocks. Eight tons of the dry salt can store and deliver 8,000 kWh of heat — enough to meet the space and water heating needs of a small, well-insulated house even allowing for the storage of up to half the year's collected energy for winter use. An attractive and novel feature of the Swedish "Tepidus" system is its combination with a ground-source heat pump to minimize the requirement for conventional energy in domestic heating.

Canadian research in chemical storage has centred on the hygroscopic mineral zeolite, a naturally occurring mineral available as a mined product. Artificial zeolites are also on the market and are presently used as gas adsorbents, drying agents and water softeners. Researchers have suggested that a typical solar house would need only 1 to 4.6 cubic metres of zeolite to meet all of its heat storage requirements and that airtight, moisture-proof bins of this material might cost as little as $0.37 per kilogram by 1982. Unlike the Swedish system which uses flat-plate collectors, a zeolite storage system requires a higher operating temperature and must be coupled with evacuated-tube or concentrating solar collectors. Zeolite storage systems were investigated at Carleton University and researchers there envisage both industrial and domestic applications for the system. They see the greater potential in domestic settings, however, by using heat pumps in combination with zeolite-based storage, or by charging the system with heat derived from off-peak electric power or from industrial sources.

CONCLUSION

The Committee believes that chemical and large-scale thermal heat storage systems should have a high priority in solar research and development in this country. Such systems seem to offer a means of overcoming one of the major impediments to the widespread application of active solar heating, namely the mismatch between the availability of and requirement for solar energy.

RECOMMENDATION

Research should be aimed at reducing the cost and establishing the reliability and durability of thermal storage components in active solar systems.

RECOMMENDATION

The funding level for RD&D in chemical and large-scale thermal heat storage must be increased substantially and steps must be taken to assist in the commercialization of the systems developed.

There is also considerable opportunity for exporting such technology once it is established. Canadian solar equipment manufacturers have noted that overseas customers regard the Canadian climate with its wide range of temperatures as a good test of the ruggedness of solar systems. Thus if our manufacturers can develop a system which is capable of meeting the space heating requirements of a Canadian home, they should be in a good position to develop export markets as well. Furthermore, these storage systems should not be limited to solar applications. Many other renewable energy sources are also intermittent in nature and effective storage of the energy which they do provide will increase their potential for contributing to our energy supply. If a zeolite storage system also permits economical storage of off-peak electricity and aids in waste heat recovery, then the payoffs from developing such a system will be great indeed.

Unlike space heating systems using chemical heat storage, solar domestic hot water systems utilize the hot water tank (or an auxiliary, pre-heat water tank) for storage. Domestic hot water heating is a solar technology (along with swimming pool heaters) which is already competitive in certain parts of Canada, particularly in the Maritime Provinces where electricity costs are the highest in the country. Figure 6-30 shows a solar domestic water heating system.

Economics represents a major barrier to the widespread use of active space-heating systems. The relatively low cost of conventional fuels and the high front-end costs of active solar systems are holding back the development of a solar market in Canada. Furthermore, the need for building standards to promote passive solar design is paralleled by the need for durability and relia-

est le risque de ne pas disposer d'un rayonnement solaire suffisant pour permettre d'obtenir la chaleur nécessaire. Ainsi, là où l'insolation journalière en hiver peut ne pas suffire aux besoins de chauffage ou lorsque la pluie et le brouillard peuvent persister longtemps, un mode de stockage devient nécessaire.

Les modes classiques de stockage qui utilisent des récipients isolés contenant de l'eau, des pierres ou d'autres matériaux sont très volumineux et cèdent graduellement leur chaleur au milieu environnant. Afin d'éviter les déperditions de chaleur normalement inhérentes aux petits réservoirs, on a suggéré d'entreposer en sous-sol d'énormes quantités d'eau chauffée dans une nappe aquifère confinée sous une épaisse couche naturelle d'argile imperméable. L'idée est en fait d'injecter des millions de gallons d'eau chauffée durant l'été dans la nappe aquifère par l'intermédiaire d'un puits. L'hiver arrivé, on pompe l'eau chaude afin de chauffer tout un ensemble résidentiel. Un tel système a été expérimenté avec succès aux E.-U. et en Europe où l'on a pu arriver à une récupération calorifique de l'ordre de 75%.

Le stockage chimique de la chaleur grâce à des minéraux ou sels hygroscopiques peut aussi résoudre les problèmes que posent les petits systèmes de stockage à eau ou roche. A l'état sec, ces substances emmagasinent l'énergie indéfiniment sous la forme d'un potentiel chimique. A l'état humide, la réaction à l'hydratation s'accompagne d'un dégagement de chaleur. De plus, ces produits hygroscopiques peuvent être réutilisés indéfiniment sans qu'il y ait détérioration de leurs propriétés. Quand le rayonnement solaire ne suffit pas aux besoins de chauffage, on peut libérer l'énergie thermique du système de stockage chimique. Quand il y a du soleil, on peut déshydrater ou «recharger» le système de stockage chimique.

Les stockages qui utilisent les substances hygroscopiques sont actuellement à l'étude en Suède et au Canada. En Suède, un système expérimental en exploitation depuis novembre 1979 assure le chauffage d'une maison de cinq pièces sans appoint de quelque nature que ce soit. Le sel hygroscopique utilisé dans ce cas est le sulfure de sodium (NaS_2) placé au sous-sol dans huit réservoirs distincts et la chaleur solaire provient de panneaux solaires de 40 m^2 installés sur le toit. Comparé aux matériaux classiques de stockage thermique tels que l'eau ou les pierres, le sel hygroscopique a une forte densité énergétique. Huit tonnes de sel sec peuvent stocker et céder 8,000 kWh de chaleur, de quoi satisfaire aux besoins de chauffage des locaux et de l'eau d'une petite maison bien isolée avec même la possibilité de stocker pour l'hiver jusqu'à la moitié de l'énergie captée au cours de l'année. Une innovation particulièrement intéressante du système suédois «Tepidus» consiste en une simple thermopompe à échange thermique dans le sol qui minimise le besoin d'une source énergétique classique dans le chauffage domestique.

Le stockage chimique fait au Canada l'objet de recherches analogues portant sur l'utilisation de la zéolite hygroscopique. La zéolite est un minéral naturel disponible en gisements. On trouve également sur le marché de la zéolite artificielle utilisée comme absorbant de gaz, agent de séchage et adoucissant de l'eau. Des chercheurs ont estimé qu'une maison solaire typique nécessiterait seulement 1 à 4.6 mètres cubes de zéolite pour répondre à tous ses besoins en matière de stockage thermique et que, d'ici 1982, des réservoirs de zéolite hermétiques et hydrofuges seront disponibles au prix infime de $0.37 le kilo. Contrairement au système suédois qui utilise des collecteurs à capteur plan, un système de stockage à la zéolite exige une température de fonctionnement plus élevée et doit être couplé à des collecteurs à capteur à vide ou à des concentrateurs. Des chercheurs de l'université Carleton étudient les systèmes à zéolite et envisagent des applications à la fois résidentielles et industrielles pour ce matériau. C'est toutefois dans le domaine des utilisations résidentielles que le potentiel leur semble le plus grand, notamment par l'utilisation de thermopompes en combinaison avec le stockage basé sur la zéolite ou l'utilisation du stockage de la chaleur obtenue par chauffage électrique en dehors des périodes de pointe ou provenant de sources industrielles.

CONCLUSION

Le Comité estime que le stockage d'énergie thermique à grande échelle et le stockage chimique de la chaleur doivent occuper une place prioritaire dans les activités de recherche et de développement en matière d'énergie solaire dans ce pays, étant donné que ces approches semblent fournir le moyen d'aplanir l'une des difficultés principales qui entravent l'expansion du chauffage solaire actif au Canada c'est-à-dire le déséquilibre entre la disponibilité et le besoin d'énergie solaire.

RECOMMANDATION

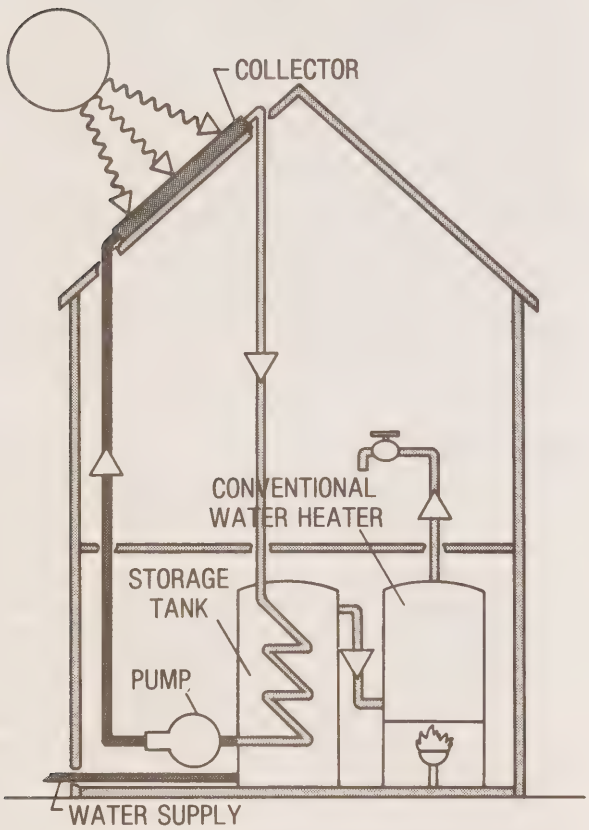
Les recherches doivent être axées sur la réduction du coût du stockage d'énergie thermique et sur l'identification de la fiabilité et de la durabilité des éléments de stockage thermique dans les systèmes solaires actifs.

RECOMMANDATION

Il faut augmenter de façon substantielle le financement accordé à la recherche et au développement dans les domaines du stockage à grande échelle et chimique de la chaleur et

bility standards for active systems. However, a careful balance is required in which standards must be developed to instill consumer confidence in solar equipment but not to the extent that those standards stifle improvements in design. The National Research Council is already working with the solar industry on the establishment of standards for solar systems and the Committee believes that this effort should proceed as quickly as possible.

Figure 6-30: A DOMESTIC SOLAR WATER HEATING SYSTEM



A number of witnesses suggested that the solar market in Canada will not develop until financial incentives are offered to consumers, to offset the economic barriers already noted. To date, incentives have been aimed primarily at establishing solar equipment manufacturers so that reliable, tested equipment will be available when the market develops. The best known of these programs are PASEM and PUSH.

PASEM (Program of Assistance to Solar Equipment Manufacturers) was set up to encourage the early establishment of a viable Canadian solar industry through a series of cost-sharing agreements. A national competition was held among solar equipment manufacturers, and ten companies were chosen to participate in shared-cost contracts with the Federal Government to produce solar heating systems and components and to establish production and marketing capabilities. A total investment of $3.9 million has been made, of which the Federal Government's share has been $3.6 million.

The other aspect of fostering the growth of a solar industry is market development and, therefore, the Federal Government set up the PUSH program (Purchase and Use of Solar Heating). In this program the Government itself became the initial market for solar heating equipment and is slated to buy $125 million worth of hardware by 1984. The program experienced difficulties in the federal bureaucracy which led to delays in orders being placed.

Despite the delays, however, projects worth over $10 million had been proposed, designed or were under construction in 1980 and more have been approved for 198l. There are installations in every province, on Post Offices, federal administrative buildings, conference centres, schools, airport buildings, correctional centres and recreational complexes. Also under the auspices of PUSH, the Department of Public Works (which administers both PASEM and PUSH) has chosen nine buildings to be fitted with complete solar systems by firms which were awarded contracts under PASEM. PUSH funds have been approved for up to $100,000 per project.

In another effort to demonstrate the use of solar energy, the installation of solar systems for hot water heating has been approved for 75 federal buildings. All of these systems are to be complete, ready-to-install packages, which are more attractive to the general public than custom-built systems (which are viewed as "experimental" rather than "operational"), and it is hoped that such demonstrations will develop packages suitable and acceptable for widespread domestic use.

These programs appear to be having their desired effect, but the major criticism which has been levelled at the plan is that the Federal Government has been virtually the only customer. With no concurrent market development in the private sector, the companies which have expanded under these initiatives face the prospect of bankruptcy when the program ends in 1984. Clearly incentives to the consumer would help establish a private sector demand, but a certain amount of caution should be used in this regard. In the United States, early incentives led some consumers to buy equipment which was not well-designed or tested. This experience with equipment which came onto the market too quickly through the pull of increased demand has not been good for the solar industry's reputation.

prendre les mesures nécessaires pour faciliter la commercialisation des méthodes mises au point.

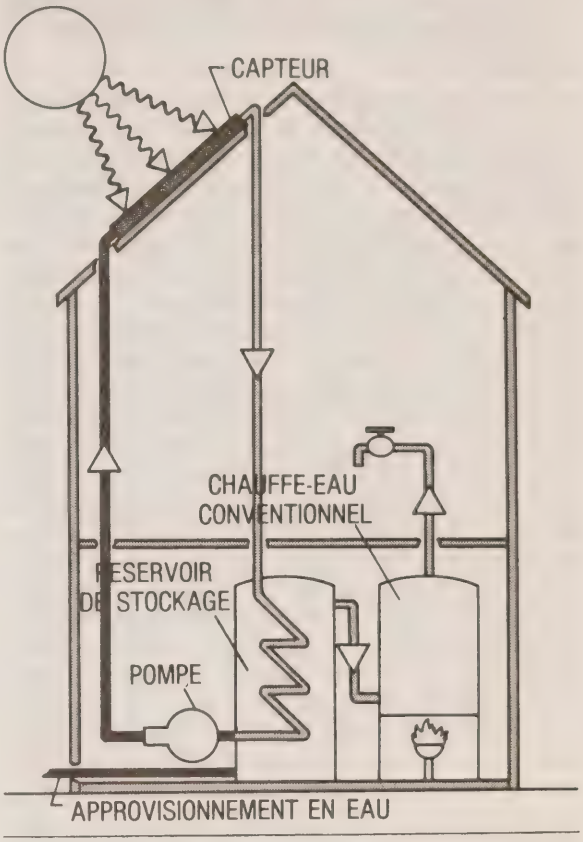
Une fois mise à point, cette technologie aura de nombreux atouts sur le marché de l'exportation. Les fabricants canadiens d'équipement solaire ont déjà indiqué que les clients d'outre-mer considèrent le climat canadien, qui subit de grandes fluctuations de températures, comme un terrain d'essai optimal de la fiabilité des systèmes solaires. Si nos fabricants peuvent élaborer un système capable de pourvoir entièrement aux besoins de chauffage d'une maison canadienne, ils seront certainement en mesure de briguer des contrats d'exportation. De plus, ces moyens de stockage ne doivent pas être limités à des applications solaires. De nombreuses autres sources d'énergie renouvelables sont également de nature intermittente et un bon stockage de l'énergie qu'elles fournissent les rendront mieux à même de contribuer à nos réserves d'énergie. Si le stockage dans la zéolite permet d'emmagasiner économiquement de l'électricité en dehors des heures de pointe et contribue à récupérer les déperditions de chaleur, la mise au point d'une telle méthode ne peut qu'être très profitable.

Contrairement au chauffage des locaux qui utilisent le stockage chimique de la chaleur, le chauffage de l'eau domestique par le soleil utilise le réservoir d'eau chaude (ou un réservoir auxiliaire d'eau préchauffée) pour le stockage. Le chauffage de l'eau domestique (et le chauffage des piscines) est une des technologies solaires qui est déjà compétitive dans certaines régions du Canada et plus particulièrement dans les Maritimes où les coûts de l'électricité sont les plus élevés. On trouvera à la figure 6-30 une illustration d'un système de chauffage solaire de l'eau domestique.

Les questions économiques constituent une des principales entraves à l'expansion du chauffage solaire actif des locaux. Le coût relativement réduit des combustibles classiques et les coûts d'immobilisations élevés des systèmes solaires freinent le développement d'un marché solaire au Canada. De plus, la nécessité d'élaborer des normes de construction qui encouragent l'utilisation du système solaire passif est doublée d'une nécessité d'imposer des normes de durabilité et de fiabilité pour les systèmes actifs. Toutefois, il faudra faire attention à ne pas compromettre les améliorations de ces systèmes en promulguant, pour donner confiance au consommateur, des normes trop rigoureuses. Le Conseil national de recherches se penche déjà sur l'établissement de normes en collaboration avec l'industrie de l'équipement solaire, et le Comité souhaite l'aboutissement le plus rapide possible de ces efforts.

Selon un certain nombre de témoins, le marché solaire au Canada ne se développera que si les consommateurs bénéficient de stimulants financiers qui aplanissent les difficultés économiques déjà signalées. Jusqu'ici, les stimulants étaient axés sur la création d'une industrie de l'équipement solaire afin de garantir la disponibilité d'un équipement fiable et éprouvé au fur et à mesure du développement du marché. Les plus connus de ces programmes sont le PAFMS et le AUES (PASEM, PUSH).

Figure 6-30: SYSTÈME DE CHAUFFAGE SOLAIRE DE L'EAU DOMESTIQUE



Le PAFMS (Programme d'aide aux fabricants de matériel solaire) fut établi pour hâter la mise sur pied d'une industrie solaire canadienne fiable par l'intermédiaire d'une série d'ententes relatives au partage des coûts. A la suite d'un concours national entre les fabricants de matériel solaire, dix compagnies furent choisies pour bénéficier d'une contribution financière fédérale afin de produire des systèmes et éléments de chauffage solaire et d'en déterminer les perspectives de production et de commercialisation. L'investissement total dans ce domaine s'est élevé à $3.9 millions, $3.6 millions représentent la contribution du gouvernement fédéral.

L'autre volet de la stimulation de la croissance de l'industrie solaire est le développement du marché et le

RECOMMENDATION

Consumer incentives for active solar systems should be put in place only when standards have been developed and warranties can be offered.

A second criticism of PUSH and PASEM is that most of the installations have been large. This, of course, arises from the nature of the facilities under federal jurisdiction. It does not seem prudent, however, to expect the solar industry to begin its development with only large, complex commercial systems, as their failure to operate as designed may well be expected given the present stage of development of the industry. Those involved in industrial development should not find this hard to comprehend, but the public perception of such difficulties may work against the introduction of domestic solar systems. A demonstration program featuring domestic solar space heating systems thus should be an essential part of any solar strategy. The National Research Council has such a program already in which a variety of space heating systems are being tested, but the results of testing deserve to be better publicized than in the past. Additional demonstrations should be undertaken by the Federal Government as solar systems evolve and the results of these tests need to be widely publicized. The 1980 National Energy Program announced such a demonstration for solar domestic hot water heating with 1,000 units to be installed in homes across Canada. Of course, some thought will have to be given to the timing of such programs to ensure that both trained individuals and equipment are available when required.

RECOMMENDATION

The Committee welcomes the recent announcement of a large-scale demonstration program for solar domestic hot water heating systems and recommends a similar program for active solar space heating systems. This program should incorporate a range of storage systems including zeolite and sodium sulphide.

Experience gained in the solar water heating demonstration program will obviously be useful in implementing this recommendation.

3. SOLAR-THERMAL POWER SYSTEMS

Solar-thermal power systems first convert solar energy into heat and subsequently change the thermal energy into mechanical energy by means of a turbine. The output from the turbine then generates electricity.

Two technologies currently exist for collecting, concentrating and converting solar energy. They are known as the central receiver system and the distributed collector system. The central receiver system consists of a large field of sun-tracking mirrors (heliostats) which intercept and redirect incoming solar radiation to a single large receiver mounted on top of a tower. This configuration is sometimes referred to as a "power tower". The redirected radiation heats a circulating working fluid in the receiver. A number of working fluids are being examined including high-pressure water, superheated steam, oils, molten salts and liquid metals. The choice of working fluid depends in part on the system's operating temperature. The United States, for example, intends to develop receivers which will operate at about 925°C (1,700°F) by the early 1980s and at 1,100°C (2,000°F) by 1985.

The distributed collector system does not focus the sunlight on a central receiver but instead converts the sunlight to heat at the individual collector module. Each collector module consists of a cylindrical mirror surface which redirects the solar radiation onto the receiver/absorber unit at the focus of the mirror. In this design, the working fluid circulates through the collector where it is first heated, then pumped through a pipe network to a boiler or heat exchanger. From this point on, the central receiver and the distributed collector systems are identical (Figure 6-31).

As in conventional power generation technologies, cooling towers or condensers are used to remove and reject waste heat. A thermal storage unit also forms part of the system to make use of sunlight which is in excess of immediate needs. Various storage media including rocks, oil and salts are being considered. No research and development is being done on solar-thermal power systems in Canada.

CONCLUSION

The Committee believes that Canada should not pursue an RD&D program in solar-thermal power systems since they offer less promise than other solar technologies in this country for both the short and long term.

4. PHOTOVOLTAICS

A solar, or photovoltaic, cell produces electricity directly when exposed to the sun's rays. It has no moving parts, consumes no fuel, produces no pollution during operation and can be made out of one of the most abundant elements on Earth — silicon.

The technology for manufacturing solar cells is already well developed. It was established in the early 1960s in the U.S. space program for satellites requiring a source of electrical power which could operate reliably for long periods of time. Nevertheless, while the space

gouvernement fédéral a créé le Programme AUES (Programme d'achat et d'utilisation d'équipement solaire). Dans le cadre de ce programme, le gouvernement fédéral lui-même sera le client principal de l'équipement de chauffage solaire et, d'ici 1984, en achètera pour une valeur de $125 millions. Ce programme a connu certaines difficultés dues à la lenteur administrative du gouvernement fédéral, difficultés qui ont retardé la rédaction de bons de commandes.

Malgré certains retards, des projets de plus de 10 millions ont été proposés, conçus ou mis à exécution en 1980 et davantages ont été approuvés pour 1981. Les installations s'observent dans toutes les provinces, dans des établissements tels que les bureaux de poste, les bureaux administratifs fédéraux, les centres de conférences, les écoles, les bâtiments aéroportuaires, les pénitenciers et les centres de loisirs. Également dans le cadre de l'AUES, le ministère des Travaux publics, qui administre le PAFMS et l'AUES, a choisi neuf édifices qui seront équipés de systèmes solaires par des entreprises qui s'étaient vu adjuger des contrats dans le cadre du PAFMS. Les fonds AUES approuvés peuvent atteindre $100,000 par projet.

D'autre part, afin de faire la preuve de la valeur de l'énergie solaire, on a approuvé l'installation de chauffe-eau solaires dans 75 édifices fédéraux. Tous ces systèmes doivent constituer des unités homogènes prêtes à être installées, ce qui est plus attrayant pour le grand public que les systèmes faits sur mesure (considérés comme «expérimentaux» plutôt qu'«opérationnels»). On espère que de telles expériences pilotes déboucheront sur la mise sur le marché d'unités convenables et acceptables pour une utilisation domestique répandue.

Ces programmes semblent avoir les répercussions souhaitées mais on critique néanmoins le fait que le gouvernement fédéral demeure pratiquement l'unique client. A défaut d'un marché dans le secteur privé, les compagnies mises sur pied dans le cadre de cette initiative courent le risque de faire faillite lorsque le programme prendra fin en 1984. Il est évident que l'introduction de mesures de stimulation visant le consommateur donnerait une impulsion à la mise en place d'un marché privé mais, sous ce chapitre, une certaine prudence s'impose. Aux États-Unis par exemple, des encouragements prématurés ont conduit les consommateurs à acheter du matériel mal conçu ou insuffisamment éprouvé. L'expérience qu'a eue le consommateur avec du matériel lancé trop hâtivement pour profiter d'une demande croissante n'a pas eu un effet trop bénéfique sur la réputation de l'industrie solaire.

RECOMMANDATION

On ne devrait chercher à stimuler l'achat de systèmes actifs par le grand public qu'après que des normes aient été établies et des garanties offertes.

On a également critiqué le PAFMS et l'AUES pour avoir amené le plus souvent la réalisation d'installations de grande envergure. Ceci, bien sûr, résulte de la nature des installations placées sous juridiction fédérale. Il ne semble quand même pas prudent de s'attendre à ce que l'industrie solaire n'entame son développement qu'avec des systèmes commerciaux complexes et de grande capacité, le fait qu'ils ne fonctionnent pas tel que prévu peut être considéré comme quasiment normal à ce stade de développement de l'industrie. Les personnes qui connaissent le mécanisme du développement industriel le comprendront facilement, mais la perception par le public de ces difficultés risque d'entraver la promotion des systèmes solaires domestiques. Il est donc indispensable que toute stratégie énergétique comporte un programme de familiarisation du public avec les caractéristiques du chauffage solaire domestique. Le Conseil national de recherches a déjà mis sur pied un tel programme afin de mettre à l'essai divers systèmes de chauffage. Les résultats des essais méritent cependant de faire l'objet de plus de publicité que par le passé. Des nouvelles démonstrations devraient accompagner l'évolution de ces concepts et leurs résultats faire l'objet d'une large diffusion. Le Programme énergétique national de 1980 a annoncé qu'une telle démonstration aurait lieu pour le chauffage solaire de l'eau domestique; 1,000 unités doivent être installées dans des maisons un peu partout au Canada. Il faudra bien sûr garantir la disponibilité de l'équipement et de techniciens compétents.

RECOMMANDATION

Le Comité accueille favorablement l'annonce récente d'un programme de démonstration à grande échelle des chauffe-eau solaires domestiques et recommande de lancer un programme analogue pour l'essai des systèmes actifs de chauffage solaire, notamment le stockage dans la zéolite ou dans le sulfure de sodium.

L'expérience acquise dans le programme de démonstration du chauffage solaire de l'eau sera certainement utile lors de la mise en application de cette recommandation.

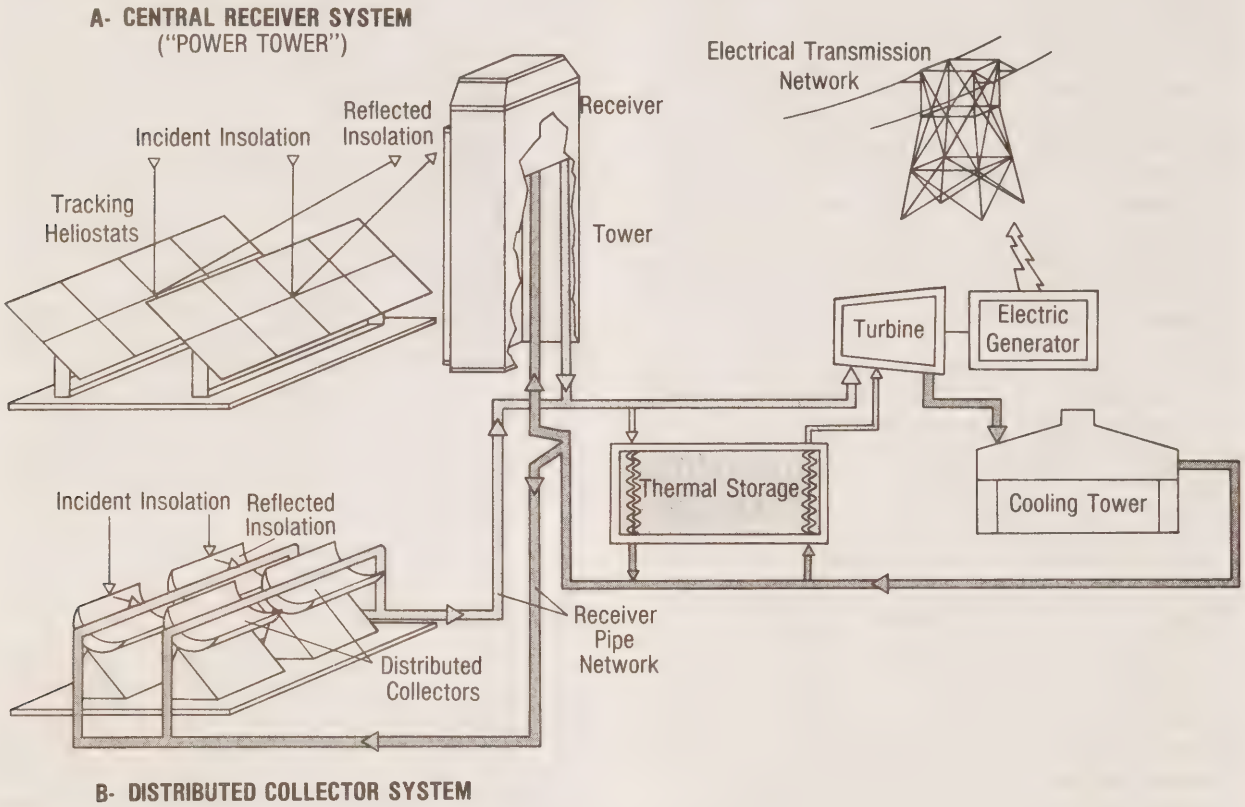
3. SYSTÈMES DE CONVERSION DE L'ÉNERGIE HÉLIOTHERMIQUE EN ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Les systèmes de conversion de l'énergie héliothermique en énergie électrique transforment tout d'abord l'énergie solaire en chaleur et, par la suite, cette énergie thermique en énergie mécanique par l'intermédiaire d'une turbine. L'énergie fournie par la turbine peut alors servir à produire de l'électricité.

program provided the impetus for development of solar cell technology, it also inadvertently created a major barrier to the widespread use of such cells. In the space program the only feature required of this technology was efficiency. Research thus concentrated on delivering the most watts per cell, regardless of the expense involved. High costs have since been a major impediment to this technology penetrating other markets.

but they are also much less costly. It may well prove cheaper to use more of these less expensive solar cells to produce a given amount of electricity than fewer expensive but highly efficient ones. Work is also underway on extending this thin-film concept to less expensive materials such as cadmium, cuprous sulphate, and indium and tin oxide. Other research is being directed at developing more expensive solar cells (such as gallium

Figure 6-31: SOLAR-THERMAL POWER SYSTEM CONFIGURATIONS



Source: After United States, Department of Energy, 1978, p. 5.

The expense evolves from the need to use extremely pure and perfectly formed silicon crystals. The conventional way to make photovoltaic cells is to pull a single, pure crystal of silicon from a melt, slice it into thin wafers with a diamond saw and "dope" it with impurities in a high-temperature furnace. This process is very energy intensive and expensive; thus much research is concentrating on reducing the cost of photovoltaic cells.

Canada is investigating the use of thin films of inexpensive grades of silicon (such as amorphous silicon) formed at low temperatures. These cells are only about one-half as efficient as pure silicon crystal cells

arsenide) which have the ability to operate at very high temperatures. Such a cell could be placed at the focal point of a group of concentrating mirrors, like that atop a solar power tower (silicon cells would fuse in this high-temperature environment).

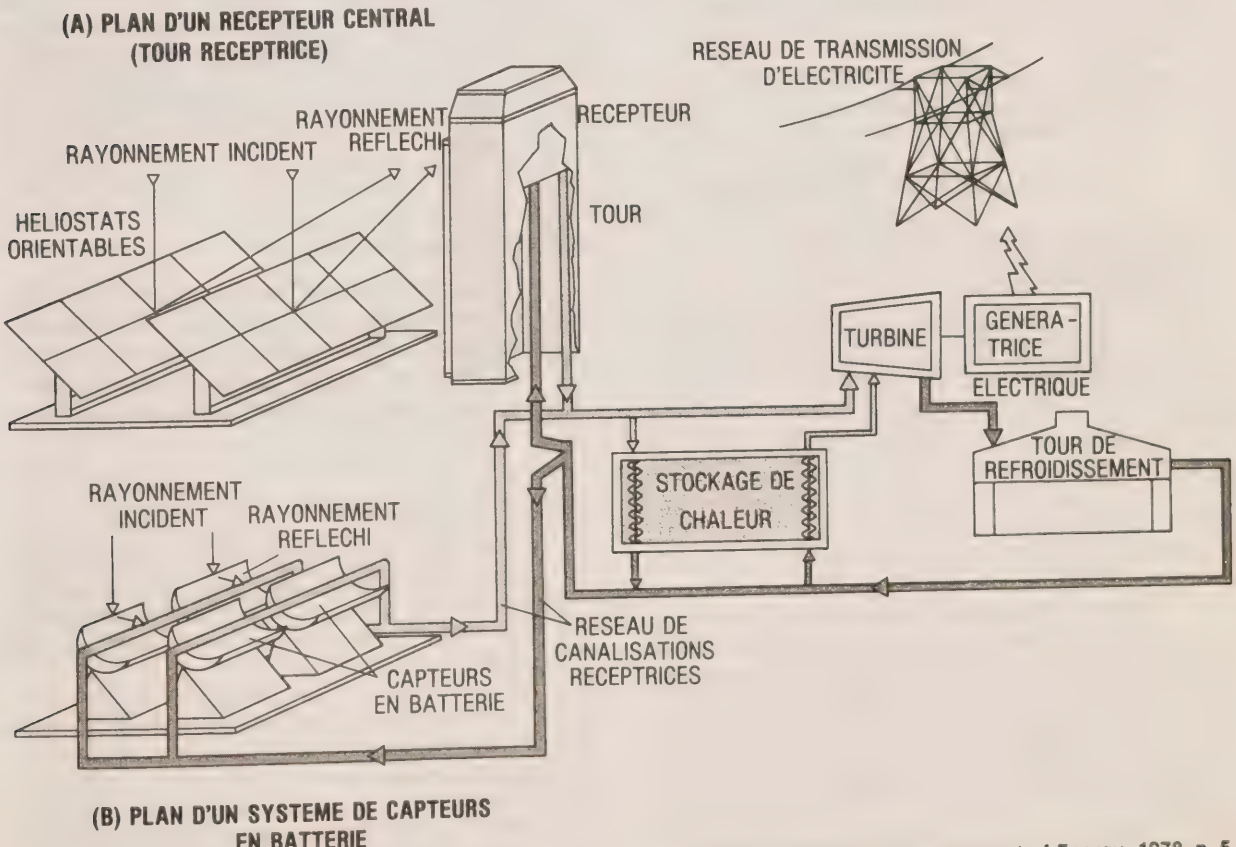
Photovoltaic cells still remain too expensive to compete with conventionally-generated electricity in areas with an electrical grid. In places far from central generating facilities, however, photovoltaic systems can compete with other energy sources. Important areas for early application of photovoltaic systems include marine

Il existe actuellement deux techniques de captage, de focalisation et de conversion de l'énergie solaire. Ce sont les systèmes à récepteur central et à collecteurs multiples. Le système à récepteur central nécessite un vaste terrain couvert de miroirs orientables (héliostats) qui interceptent et réorientent le rayonnement solaire vers un grand récepteur unique installé au sommet d'une tour. Cette dernière porte parfois le nom de «tour d'énergie». Le rayonnement solaire ainsi réorienté chauffe alors le fluide caloporteur qui circule dans le récepteur. A cet égard, on étudie actuellement divers caloporteurs dont l'eau à haute pression, la vapeur surchauffée, les huiles minérales, les sels fondus et les métaux liquides. Le choix caloporteur dépend en partie de la température de fonctionnement du système. Aux États-Unis, par exemple, on s'efforce de mettre au point des récepteurs qui pourront fonctionner aux alentours de 925° C (1,700° F) d'ici le début des années 80 et de 1,110° C (2,000° F) d'ici 1985.

Le système à collecteurs multiples ne focalise pas le rayonnement solaire sur un récepteur central mais le convertit plutôt en chaleur dans le module de captage de chaque collecteur. Il s'agit d'un champ de miroirs cylindriques qui réorientent le rayonnement solaire vers le groupe récepteur/absorbeur au foyer du miroir. Dans ce concept, le fluide caloporteur circule à l'intérieur du capteur où il est chauffé, puis pompé, grâce à un réseau de tuyauterie, en direction d'une chaudière ou d'un échangeur thermique. Au-delà de ce point, les deux systèmes sont identiques (Figure 6-31).

Comme dans les techniques classiques de production de l'électricité, on utilise des tours de refroidissement ou des condenseurs pour éliminer et rejeter la chaleur perdue. Le système comporte également un dispositif de conversion de l'énergie héliothermique en énergie électrique qui utilise le rayonnement solaire superflu. On étudie divers matériaux de stockage, notamment les pierres, les huiles et les sels. Jusqu'à présent, on n'a effectué au Canada aucun travail de recherche et de développement relatif au système de conversion de l'énergie héliothermique en énergie électrique.

Figure 6-31: CONFIGURATIONS DU SYSTÈME DE CONVERSION DE L'ÉNERGIE HÉLIOTHERMIQUE EN ÉNERGIE ÉLECTRIQUE



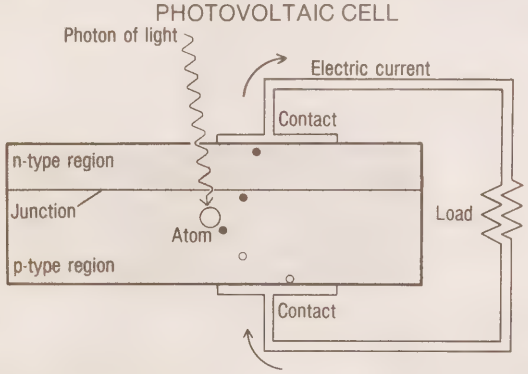
Source: États-Unis, *Department of Energy*, 1978, p. 5.

The Design and Operation of a Photovoltaic Cell

When sunlight falls on a silicon crystal, it knocks an electron out of its fixed position in the crystal structure. Negatively charged electrons thus freed to move produce a current, but under normal circumstances they quickly fall back into the positively charged "holes" they have vacated.

In order to get useful work from a solar cell, an electrical barrier must be set up which stops the free electrons from simply dropping into the nearest hole. The barrier separates the electrons and holes (negative and positive charges) and drives them in different directions. It is created by adding minute quantities of impurities to the silicon, making it a semiconductor. If phosphorus, for example, is added, an excess of electrons over holes is created and one has an "n-type" semiconductor in which some electrons remain free to move. But, to have an electrical current, a positive charge is also required; thus an element like boron is added to another silicon crystal, creating additional holes or a positively charged "p-type" semiconductor. In a solar cell an n-type and a p-type semiconductor are joined together and their outer faces connected by an electrical wire, as illustrated in below.

Figure 6-32: SCHEMATIC DRAWING OF A PHOTOVOLTAIC CELL



Key: • electrons
o holes

Source: After "The Sun on a Semiconductor", 1978, p. 23.

When a photovoltaic cell is exposed to sunlight, the electrons knocked loose do not fall into holes but instead follow the line of least resistance out of the n-type layer and through the external circuit to re-enter the p-type layer. This flow of electrons constitutes an electrical current and the flow continues as long as sunlight falls on the cell.

and air navigational aids (fixed-site hazard/warning lights, buoys) and environmental monitors and sensors. Thereafter, domestic markets will be developed for telecommunications applications, outdoor lighting and the replacement of small diesel/gas generators in remote areas. The development of a sufficiently large market to make mass production feasible will hopefully reduce the cost of solar cells.

In an evolving electricity/hydrogen economy, electricity generated directly from sunlight may become increasingly important in replacing electricity from other sources. As R&D continues over the next few years the potential for photovoltaic electricity production in Canada will become better established. Certainly for environmental reasons it is a preferred method for the generation of electricity.

If Canadian industry can develop these systems, a substantial Third World export market exists as photovoltaics can be used for running water pumps, for communications facilities and for supplying electricity to small villages. With a view to developing an industry capable of producing low-cost photovoltaic devices, the Federal Government is presently funding RD&D at $600,000 under the NRC's solar program, and at $250,000 for university research through the National Scientific and Engineering Research Council. A further $200,000 is assigned to applicable laboratory work at NRC and $100,000 is earmarked for joint federal/provincial programs. The NRC has proposed a five-year RD&D program, with funding increasing yearly from the present level of just over $1 million, to over $4 million by 1984-85.

CONCLUSION

It is essential that the most promising photovoltaic systems developed during the RD&D program be commercialized as early as possible. Only then will Canada be able to capture part of the export market and develop a viable domestic industry.

RECOMMENDATION

In light of both the domestic and export potential for photovoltaic systems, the Committee recommends that Canada's efforts in photovoltaic RD&D be accelerated beyond the levels currently planned.

5. SOLAR ENERGY: AN APPROPRIATE TECHNOLOGY

The term "appropriate technology" has come into use in recent years in discussions of technology transfer

CONCLUSION

Le Comité estime que le Canada ne devrait pas promouvoir d'efforts de recherche et développement dans le domaine de la conversion de l'énergie héliothermique en électricité puisqu'il semble moins prometteur que d'autres technologies solaires dans ce pays à court et long terme.

4. PILES PHOTOVOLTAÏQUES

Une pile solaire ou photovoltaïque produit directement de l'électricité lorsqu'elle est exposée aux rayons du soleil et pourtant, elle ne comporte aucune partie mobile, ne consomme aucun combustible, n'engendre aucune pollution pendant son fonctionnement et peut être réalisée à partir de l'un des éléments les plus abondants sur terre, le silicium.

La technique de fabrication des piles solaires a déjà fait ses preuves. Elle a été mise au point au début des années 60, dans le cadre du programme spatial américain qui avait besoin d'une source d'énergie électrique pouvant fonctionner de façon fiable pendant longtemps. S'il a fourni l'impulsion nécessaire à la mise au point d'une technique de fabrication des piles solaires, le programme spatial paradoxalement aussi a constitué le principal obstacle à la propagation des piles. Dans le cadre du programme spatial, les piles devaient en effet avant tout être efficaces. Par conséquent, les travaux de recherche ont essentiellement porté sur la production du plus grand nombre de watts possible par pile sans tenir compte des dépenses occasionnées. Le coût de fabrication élevé des piles solaires a depuis lors constitué le principal obstacle à la percée de cette technique sur les autres marchés.

Le coût élevé de fabrication résulte du besoin d'utiliser des cristaux de silicium d'une pureté extrême et d'une forme parfaite. La méthode classique de fabrication des piles photovoltaïques consiste à former un seul cristal de silicium virtuellement pur à partir d'une coulée, à le découper en fines lamelles à l'aide d'un diamant et à l'enduire d'impuretés dans un four à température élevée. Cette méthode consomme une très grande quantité d'énergie et s'avère de ce fait extrêmement onéreuse. On effectue par conséquent des recherches destinées à réduire le coût de fabrication des piles photovoltaïques.

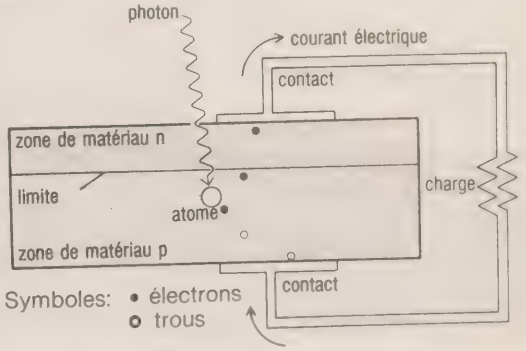
Au nombre des recherches actuellement en cours au Canada figure l'utilisation de films minces de qualités de silicium bon marché (comme le silicium amorphe) qui se forment à faibles températures. Ces piles sont d'une efficacité de moitié inférieure à celle des piles à cristaux purs de silicium, mais elles ont également l'avantage de coûter bien moins cher. Il peut s'avérer meilleur marché

Conception et fonctionnement d'une pile photovoltaïque

Lorsque la lumière solaire atteint un cristal de silicium, elle libère un électron et lui fait abandonner la position fixe qu'il occupe au sein de la structure cristalline. Les électrons chargés négativement qui sont alors libres de se déplacer engendrent un courant. Mais, dans des circonstances normales, l'électron reprend rapidement le «trou» chargé positivement qu'il a quitté.

Pour tirer avantageusement profit d'une pile solaire, il convient de mettre au point une barrière électrique qui empêche les électrons libérés de retomber simplement dans le «trou» le plus proche. La barrière sépare les électrons des trous (chargés négativement et positivement) et les oriente dans diverses directions. Cette barrière est créée en ajoutant d'infimes quantités d'impuretés au silicium qui devient alors un semi-conducteur. Si l'on ajoute du phosphore, par exemple, il en résulte un surplus d'électrons et l'on dispose alors d'un semi-conducteur de «type n». Il y a donc davantage d'électrons que de trous, de sorte que certains électrons demeurent en liberté. Mais, pour disposer d'un courant électrique, il convient également d'avoir une charge positive. C'est ce que l'on obtient en ajoutant des trous à un cristal de silicium. Si l'on utilise du bore, on obtient un semi-conducteur chargé d'électricité positive ou de «type p». Par conséquent, les semi-conducteurs de type n et de type p sont placés l'un contre l'autre, leurs côtés externes étant reliés par un fil électrique comme le montre la figure 6-32.

Figure 6-32: PILE PHOTOVOLTAÏQUE



Source: D'après "*The Sun on a Semiconductor*" 1978, p. 23.

Une fois que cette pile est exposée à la lumière solaire, les électrons libérés ne retombent pas dans les trous, mais se déplacent plutôt le long de la ligne de moindre résistance de la couche de type n par l'intermédiaire du circuit électrique et pénètrent à nouveau dans la couche de type p. Ce flux d'électrons constitue évidemment un courant électrique et il existera tant qu'il y aura du rayonnement solaire.

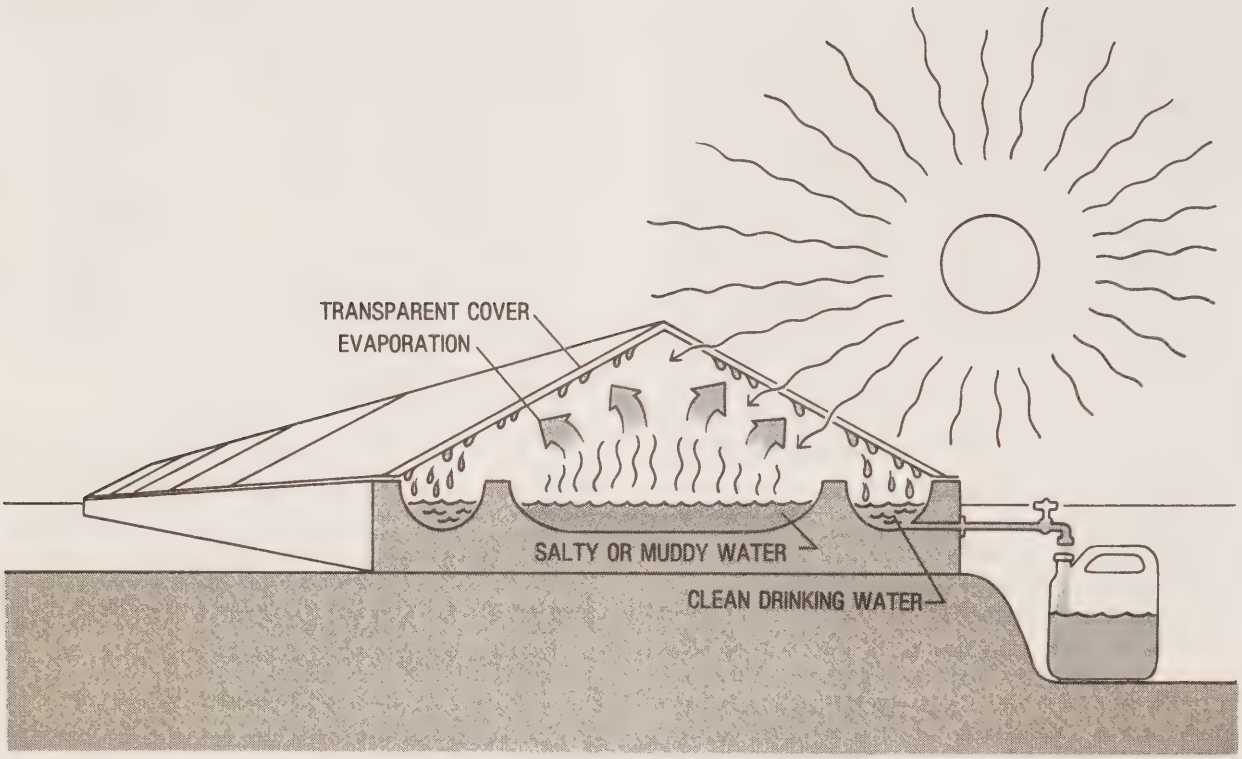
to Third World countries. Technical devices which are small-scale, comparatively simple to build and maintain, and which can be built and operated by local people using local materials are described as being "appropriate" for use in the Third World.

The Brace Research Institute, an affiliate of McGill University in Montreal, is a world leader in the development and introduction of a number of solar and other alternative energy devices which meet the above criteria. This Committee had the pleasure of visiting the Institute during its Canadian travel.

The Brace Institute has spent many years developing solar stills, solar domestic hot-water systems, solar dryers and solar cookers. Many of their designs are in use throughout the world. Designs are kept as simple as feasible and, to the greatest extent possible, the availability of local materials is taken into account when systems are developed. Solar stills provide a good example of such technology. A solar still (Figure 6-33) consists of a shallow flat-bottomed container with a curved, V-shaped or inclined transparent cover. The sunlight passes through the cover and heats the salt water in the container. The water evaporates, leaving the salt behind. When the water vapour hits the cover it condenses, runs down the inside of the transparent cover and is collected at the edges of the container. In many regions of the world such a system can be used to provide potable water where the local supply is contaminated by high salt concentrations, or by particulate matter. The unit is simple to construct and has no moving parts, so that there is a minimal requirement for maintenance.

Solar cookers and dryers are available which incorporate the same ideas of simplicity of design and construction with functional utility. In many Third World countries, these simple devices allow rural people to cook their food and dry their crops without purchasing any fuel. To these people this represents a significant saving. In many parts of Africa, for example, wood which is the traditional cooking fuel is becoming increasingly hard to come by. Deforestation is an extremely serious problem so any technology which can replace fuel wood can make a significant contribution to the well-being of people who now rely on this energy supply. Clearly solar energy has a major role to play in such situations and the Committee would like to see the work of the Brace Research Institute and other similar endeavours encouraged to the greatest possible extent.

Figure 6-33: A SIMPLE SOLAR STILL



Source: After Brace Research Institute, 1979.

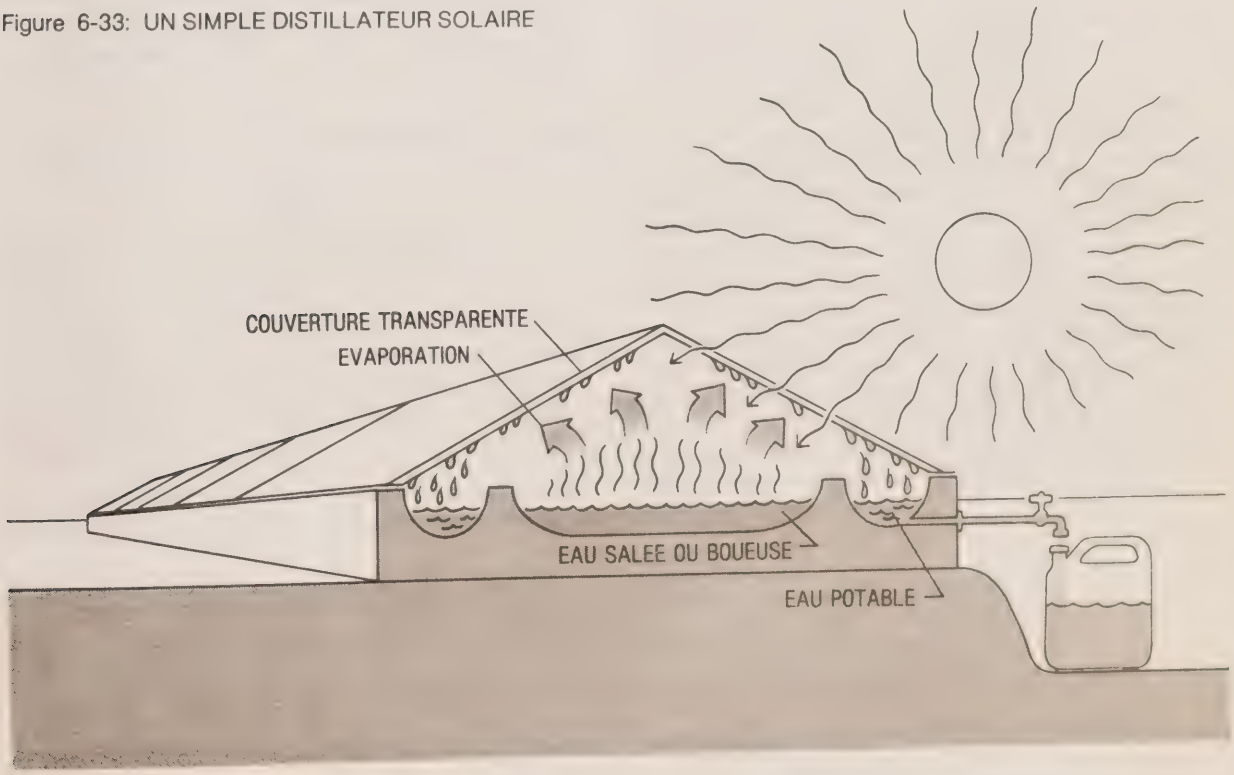
d'utiliser beaucoup de piles solaires moins coûteuses de ce genre au lieu de quelques piles plus onéreuses, mais très efficaces. D'autres chercheurs travaillent sur un mince film de ce genre mais ils utilisent des matériaux moins coûteux tels que le cadmium, le sulfate cuivreux, l'indium et l'oxyde d'étain. On procède également à des recherches sur des piles solaires plus coûteuses fabriquées à l'aide d'arséniure de gallénium qui peuvent supporter de très hautes températures. Cela signifie qu'une pile photovoltaïque pourrait être placée au foyer d'un groupe de miroirs de focalisation comme, par exemple, au sommet d'une tour d'énergie (les piles de silicium fondraient à cette température).

Bien que les piles photovoltaïques soient encore trop coûteuses pour concurrencer l'électricité classique dans les régions dotées d'un réseau électrique, elles peuvent, dans les régions éloignées des installations de génération d'électricité, concurrencer les autres sources d'énergie. C'est ainsi que l'on a utilisé très tôt des systèmes photovoltaïques dans les domaines des aides à la navigation maritime et aérienne (feux de danger des superstructures, bouées) et des appareils de détection et de surveillance de la pollution de l'environnement. A long terme, de nouveaux marchés intérieurs seront créés dans les domaines des télécommunications, l'éclairage extérieur et le remplacement des moteurs à essence et diesel par des systèmes photovoltaïques dans certaines régions éloignées. La création d'un marché suffisamment vaste pour permettre la production en quantités industrielles devrait déboucher sur la diminution du coût des piles photovoltaïques.

Dans une économie basée de plus en plus sur l'électricité et l'hydrogène, l'électricité produite directement à partir du rayonnement solaire pourrait remplacer de plus en plus l'électricité provenant d'autres sources. Au cours des prochaines années, à mesure que la recherche et le développement se poursuivront, le potentiel de la production photovoltaïque d'électricité devrait mieux s'établir au Canada. Du point de vue de l'environnement, c'est certainement une des meilleures méthodes de production de l'électricité.

Si l'industrie canadienne peut mettre ces procédés au point, elle pourra également profiter des importants marchés d'exportation dans les pays du Tiers-Monde car les piles photovoltaïques peuvent être utilisées pour les pompes à eau, les installations de communications et pour répondre à la demande d'électricité dans les petits villages. Afin de développer une industrie capable de fabriquer ces dispositifs photovoltaïques à faible

Figure 6-33: UN SIMPLE DISTILLATEUR SOLAIRE



Source: D'après *Brace Research Institute*, 1979.

coût, le gouvernement fédéral finance la recherche et le développement et accorde ainsi $600,000 au programme solaire du Conseil national de recherche et $250,000 à la recherche universitaire, par l'intermédiaire du Conseil national de recherches en sciences et en génie. Il accorde en outre $200,000 aux travaux applicables effectués en laboratoire par le CNR et $100,000 dans le cadre des programmes communs fédéral/provinciaux. Le CNR a proposé un programme quinquennal de R & D dont le financement qui est actuellement d'un peu plus d'un million de dollars serait porté progressivement à plus de 4 millions d'ici 1984-1985.

CONCLUSION

Il est essentiel de commercialiser le plus tôt possible les systèmes photovoltaïques les plus prometteurs mis au point dans le cadre du programme de recherche et de développement. Ce n'est que dans ces conditions que le Canada pourra se tailler une part du marché de l'exportation et se doter d'une industrie nationale viable.

RECOMMANDATION

Compte tenu du potentiel des systèmes photovoltaïques tant au Canada que pour l'exportation, le Comité recommande que le Canada accélère ses efforts de recherche et de développement au-delà de ce qui est actuellement prévu.

5. L'ÉNERGIE SOLAIRE: UNE TECHNIQUE APPROPRIÉE

L'expression «technologie appropriée» est employée depuis quelques années dans les discussions relatives au transfert de technologie dans les pays du Tiers Monde. Les produits de la technique qui, de petites dimensions, de construction et d'entretien relativement simples, peuvent être produits avec des matériaux du pays et mis en œuvre par la population locale sont considérés comme «appropriés» aux besoins du Tiers Monde.

L'Institut de recherche Brace, qui dépend de l'université McGill de Montréal, est parmi les premiers au monde à avoir mis au point et diffusé un certain nombre de dispositifs qui, exploitant l'énergie solaire ou d'autres formes d'énergie, satisfont aux critères ci-dessus et sont de ce fait considérés comme produits de technologie appropriée. Notre Comité a eu le plaisir de visiter l'Institut au cours de son voyage au Canada.

L'Institut Brace a consacré de nombreuses années à la mise au point de fours solaires, de systèmes de chauffage solaire de l'eau domestique, de séchoirs solaires et de cuisinières solaires. Les produits qu'il a conçus sont faciles à réaliser et ils font dans toute la mesure du possible appel aux matériaux locaux. Les fours solaires constituent un bon exemple de ce genre de technologie. Un four solaire (figure 6-33) consiste en un bac à fond plat de faible hauteur pourvu d'un couvercle transparent incurvé, en «V» ou en pente. La lumière solaire traverse le couvercle et réchauffe l'eau salée contenue dans le bac. L'eau s'évapore et le sel reste au fond de celui-ci. Au contact du couvercle la vapeur d'eau se condense et il y a ruissellement dans le couvercle transparent, l'eau étant collectée sur les parois du bac. Un tel système peut, dans de nombreuses régions du monde, permettre d'obtenir de l'eau potable quand la seule source locale est impropre à la consommation, soit parce qu'elle est trop salée soit pour toute autre raison. Ce système est facile à construire et, ne comportant pas de pièce mobile, il ne demande qu'un minimum d'entretien.

Il existe des cuisinières et des séchoirs conçus et réalisés selon les mêmes principes de simplicité. Nombreux sont les pays du Tiers Monde où cette simplicité de construction permet aux populations rurales de faire cuire leurs aliments et sécher leurs récoltes sans avoir à acheter le moindre combustible. Pour ces populations, l'économie est assurément d'importance. En maintes régions d'Afrique, par exemple, le bois, combustible traditionnel pour la cuisine, se fait de plus en plus rare. Le déboisement constituant un problème extrêmement grave, toute technique permettant d'épargner le bois à brûler peut contribuer largement au bien-être de populations qui comptent maintenant sur ce mode de fourniture d'énergie. Dans ce genre de situations l'énergie solaire a manifestement un rôle essentiel à jouer et le Comité aimerait que les travaux de l'Institut de recherche Brace, comme tous les efforts tendant au même but, soient encouragés dans toute la mesure du possible.

Wind Energy



1. THE NATURE OF WIND ENERGY

Wind is the energy of motion (kinetic energy) of the Earth's atmosphere. The source of the energy driving atmospheric circulation is the sun, so winds are actually a manifestation of solar energy.

Some of the insolation (incoming solar radiation) received by the Earth's surface is absorbed and then re-emitted to the atmosphere by radiation, conduction and convection. Unequal heating, absorption and re-emission from the surface of the Earth cause differences in the density of the air, setting up variations in atmospheric pressure. These pressure differences originate and maintain the general circulation of the Earth's atmosphere. Although only a small amount of the solar energy incident on the Earth's surface is converted into the kinetic energy of wind, this energy source is vast in comparison to man's needs for mechanical energy.

Extracting Energy from the Wind

The amount of power which a windmill can extract from a volume of moving air is dependent principally upon the area swept by the windmill blades and the velocity of the wind. These factors are not, however, of equal magnitude; the power which can be extracted from the wind increases with the *square* of the blade diameter, but it increases with the *cube* of the wind speed. This latter factor is what makes the application of wind energy technology so site sensitive. For example, a windmill which delivers 1 kW in a 10 km/h wind will deliver 8 kW in a 20 km/h wind. Detailed information concerning wind characteristics is thus essential for proper siting of windmills.

Both wind speed and direction vary considerably with height above the surface. In the lowest few metres,

Energie éolienne



1. NATURE DE L'ÉNERGIE ÉOLIENNE

Le vent est l'énergie cinétique de l'atmosphère de la Terre. Le soleil représente la principale source de l'énergie cinétique de la circulation atmosphérique de sorte que le vent n'est qu'une autre manifestation de l'énergie solaire.

Le rayonnement, la conduction et la convection absorbent et retournent dans l'atmosphère une partie de l'ensoleillement que reçoit la surface de la Terre. Un chauffage inégal, une absorption et une nouvelle émission à partir de la surface de la Terre entraînent des différences dans la densité de l'air, ce qui provoque des variations dans la pression atmosphérique. Ces variations produisent et maintiennent la circulation générale de l'atmosphère. Bien que seulement un faible pourcentage de l'énergie solaire que reçoit la surface de la Terre puisse être transformé en énergie cinétique éolienne, cette source d'énergie est immense par rapport aux besoins de l'homme en énergie mécanique.

Extraction de l'énergie éolienne

L'énergie qu'une éolienne peut tirer d'une colonne d'air dépend de la surface que balaient ses ailes et de la vitesse du vent. Toutefois, ces deux facteurs ne revêtent pas la même importance. L'énergie que produit une éolienne augmente proportionnellement au *carré* du diamètre de l'aile, d'une part, et, d'autre part, proportionnellement au *cube* de la vitesse du vent. C'est en raison de cette dernière caractéristique que l'application de la technologie en matière de l'énergie éolienne exige un emplacement bien particulier. Par exemple, une éolienne qui fournit 1 kW par un vent de 10 km/h peut produire 8 kW par un vent de 20 km/h. Par conséquent, il est évident qu'il faut recueillir des informations détaillées sur les propriétés du vent avant de fixer l'emplacement d'une éolienne.

ground cover and topography are dominant in determining these two characteristics but above this level, variations in the wind are the result of horizontal changes in temperature and pressure.

2. ADVANTAGES AND DIFFICULTIES IN USING WIND ENERGY

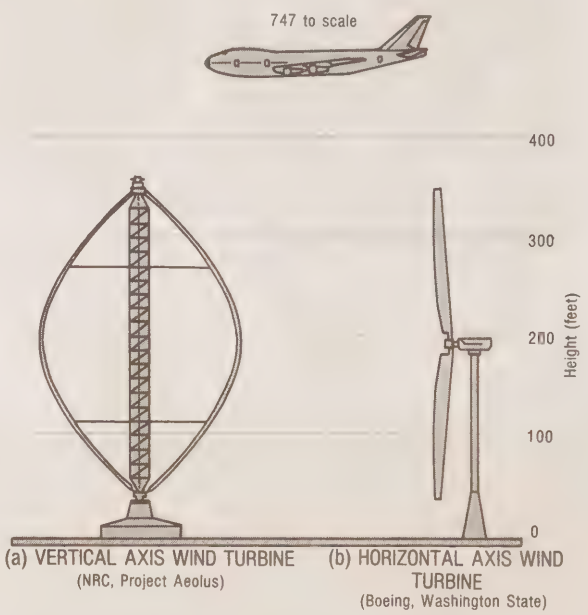
The wind has a number of characteristics which make it an attractive energy source. Like solar radiation it is a free, inexhaustible energy source available everywhere. In Canada we are fortunate in that the areas with the highest average annual wind speed happen to coincide with areas in which conventional energy sources are scarce, such as the Maritimes, Northern Ontario and coastal British Columbia. A windmill delivers high-grade mechanical power which can efficiently be converted into electricity (with no intermediate thermal conversion stage), so even small windmills (5 kilowatts for example) can feed directly into an electrical grid. In areas where capital is scarce and/or energy demand grows slowly, wind power allows supply increments on a smaller scale than is the case with most conventional generating units. The Maritime Provinces are a region where these properties of wind energy systems may prove especially attractive in the near future.

On the negative side the diffuse and variable nature of wind contributes to the high capital costs associated with its exploitation — large, expensive conversion systems are required to capture a significant amount of energy. For example, the 3.8 MW wind turbine to be built by NRC and Hydro Quebec will stand taller than the Peace Tower. The variable nature of wind also means that wind systems cannot provide an uninterrupted energy supply. There are means of overcoming this difficulty by using wind energy in systems where it is not the sole source of electricity or by providing storage facilities, but both add significantly to the cost. Wind turbines can interfere with electromagnetic signals (radar, television and microwave communications), and can generate noise and visual (aesthetic) pollution. These characteristics may pose problems in the future, particularly if one is considering widespread use of this energy source.

3. INTERNATIONAL AND CANADIAN DEVELOPMENT

Research and development of wind energy technology in Canada is directed by the National Research Council. The Canadian program concentrates exclusively on the vertical axis wind turbine (VAWT), while most other countries have invested in the development of horizontal axis wind turbines (HAWT). Figure 6-34 schematically represents these two types of wind turbine. The VAWT is preferred in this country because it is more efficient, extracting more power at a given wind speed than a HAWT. VAWTs have a simpler configuration and operate at a higher speed than other wind turbines, which makes them well suited to electrical generation (as opposed to providing mechanical energy for pumping water). They also offer the advantage of being omnidirectional; that is, they can operate in all wind directions and therefore do not require equipment to move them to face the wind as do horizontal axis turbines. A further practical advantage of vertical axis wind turbines is that their configuration allows most of the machinery which the turbine drives to be located at ground level. This simplifies repair and maintenance procedures.

Figure 6-34: WIND TURBINE CONFIGURATIONS



Source: After Chappell, 1980, 2A:20.

Due to its early entry into the field of VAWTs Canada has a world lead in this technology. Other countries which in the past have concentrated on HAWTs are beginning to realize the advantages of the vertical axis configuration and the United States in particular is putting substantial amounts of money into the development of vertical axis systems.

CONCLUSION

Unless Canada moves quickly into the commercialization and marketing of its vertical axis system, the early advantage which this country holds will be lost.

Tant la vitesse que la direction du vent varient considérablement selon la hauteur par rapport à la surface du sol. A quelques mètres immédiatement au-dessus de la surface du sol, la couverture du sol et la topographie sont les principaux facteurs qui déterminent ces deux caractéristiques, mais-au-delà de ce niveau, la variation du vent résulte des changements horizontaux de la température et de la pression.

2. AVANTAGES ET DIFFICULTÉS DE L'EXPLOITATION DE L'ÉNERGIE ÉOLIENNE

Le vent possède certaines caractéristiques qui en font une source énergétique attrayante. Tout comme le rayonnement solaire, le vent constitue une source énergétique gratuite, inépuisable et omniprésente. Au Canada, les régions qui connaissent les vitesses du vent moyennes annuelles les plus élevées sont aussi les régions où l'on retrouve des ressources énergétiques conventionnelles, comme c'est le cas dans les Maritimes, le Nord de l'Ontario et la côte de la Colombie-Britannique. L'éolienne produit une énergie mécanique de bonne qualité que l'on peut efficacement transformer en électricité sans qu'il faille la soumettre à une conversion thermique intermédiaire, de sorte que même les petites éoliennes (5 kilowatts, par exemple) peuvent alimenter directement un réseau électrique. Dans les régions où les capitaux sont rares et où la demande d'énergie augmente lentement, l'énergie éolienne permet un approvisionnement énergétique à échelle limitée plus acceptable qu'un bon nombre de groupes générateurs classiques. Les provinces maritimes représentent une région où ces caractéristiques des systèmes d'énergie éolienne risquent de s'avérer prometteuses dans un proche avenir.

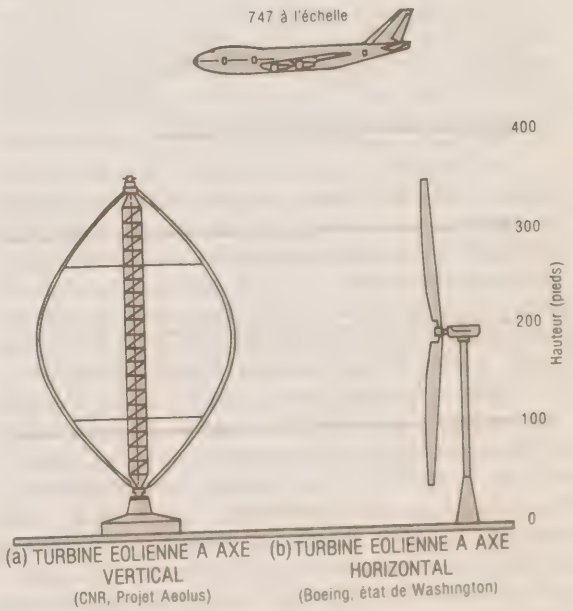
Mais l'énergie éolienne n'a pas que des avantages car, du fait que le vent est une source d'énergie diffuse et variable, son exploitation sur une échelle importante exige des investissements élevés dans des systèmes de conversion de grande envergure et particulièrement coûteux. Par exemple, l'éolienne de 3.8 MW dont la construction est envisagée par le CNR et Hydro Québec dépassera en hauteur la Tour de la Paix. La variabilité du vent signifie également que les éoliennes ne peuvent pas constituer une source énergétique à débit continu. On peut tourner cette difficulté en utilisant l'énergie éolienne dans des systèmes qui disposent d'une autre source d'approvisionnement électrique ou en prévoyant des installations de stockage, mais l'une et l'autre solution se traduisent par une augmentation substantielle des coûts. En outre, les éoliennes peuvent interférer avec les ondes électromagnétiques (radar, télévision et communications par micro-ondes), produire du bruit et ne pas s'intégrer dans l'esthétique du paysage. Ces facteurs peuvent poser des problèmes, surtout si l'on envisage d'utiliser largement cette source d'énergie.

3. DÉVELOPPEMENTS INTERNATIONAUX ET CANADIENS

Le Conseil national de recherches dirige les travaux de recherche et de développement relatifs à l'énergie éolienne. Le programme canadien est axé exclusivement sur les éoliennes à axe vertical (EAV) tandis que la plupart des autres pays ont investi dans le développement des éoliennes à axe horizontal (EAH). La figure 6-34 représente schématiquement ces deux types d'éoliennes. Si l'on préfère dans ce pays l'EAV à l'EAH c'est parce qu'elle est plus efficace et capte plus d'énergie en fonction d'une vitesse de vent donnée. Les EAV ont une configuration plus simple et fonctionnent à une vitesse plus grande que les autres éoliennes, ce qui les font convenir parfaitement à la production d'électricité (par opposition à la production d'énergie mécanique pour le pompage de l'eau). Elles ont également l'avantage d'être omnidirectionnelles, c'est-à-dire qu'elles fonctionnent quelle que soit la direction du vent et n'ont pas besoin de dispositifs qui les orientent de manière à faire face au vent, comme c'est le cas pour les éoliennes à axe horizontal. Un autre avantage des éoliennes à axe vertical est leur configuration qui permet d'installer au niveau du sol les machines actionnées par la turbine, ce qui simplifie les services de réparation et d'entretien.

Étant l'un des premiers à se lancer dans le domaine des EAV, le Canada jouit d'une prééminence mondiale dans cette technologie. Les autres pays qui, par le

Figure 6-34: CONFIGURATION D'ÉOLIENNES



Source: D'après Chappell, 1980.

The current research efforts of the NRC can be usefully discussed under three headings: resource assessment, small to medium size windmills, and large windmills.

The first area of research involves assessing the wind energy resource in Canada. The Atmospheric Environment Service (AES) of the Department of Environment has done much of the work in this area to date, using archival material to derive a standard set of data for the purpose of identifying areas which deserve detailed evaluation. The NRC has established a set of technical specifications for wind speed monitoring equipment to promote the development of standard testing procedures. In addition, the NRC is working with provincial utilities on detailed evaluations of a number of promising sites across Canada which were identified in the AES study. Canada is also taking part in an international evaluation of computer models for wind energy siting under the auspices of the International Energy Agency's Program of Research and Development on Wind Energy Conversion Systems.

The small and medium sized wind turbines which NRC has examined are being developed with three distinct applications in mind. The first is special purpose applications in which turbines of 1 kW (DC) provide on-demand power at a remote site. Storage is required in these applications as the wind system is the sole power source. These units are expensive as they must meet very rigid demands for reliability and the provision of storage capacity adds to the total cost. Such systems are designed primarily to power remote communications networks and navigational aids, where high costs can be justified. Six installations of this type are now being made across Canada. Five of them — in Alberta, Saskatchewan, Ontario, New Brunswick and Newfoundland — will supply energy for telecommunications networks. The sixth installation will provide cathodic protection for an oil pipeline in Alberta.

The second area of application is in small- and medium- sized wind energy systems which can be used for electrical generation in remote communities. Many settlements in Canada depend entirely on diesel generation for their electricity. The NRC has been working on a wind/diesel hybrid system with the Ontario government and a 10 kW(AC) VAWT has been coupled with a diesel generator at an experimental test site on Toronto Island. Two years of operation have demonstrated that significant savings in diesel fuel can be achieved on a site with an average wind speed in excess of 13 mph (21 km/h) and at a diesel fuel cost greater than $1.00/gallon. Many northern communities satisfy both of these conditions and the NRC, the Ontario Ministry of Energy and Ontario Hydro are arranging to finance the installation of a 50 kW VAWT wind/diesel hybrid system in Sudbury, Ontario.

Medium-sized turbines (around 50 kW in output) are also being tested while linked into electrical grids. Four 50 kW units with no storage are already installed and coupled to major grids, one each in British Columbia, Saskatchewan, Manitoba and Newfoundland. These systems are the forerunners of larger wind turbines and are being monitored to determine what problems may arise from feeding the variable wind-generated electricity into an electrical grid which has traditionally relied on steady energy inputs from large facilities.

Concerning large windmills, the NRC and Hydro Quebec in a joint project have constructed a 230 kW VAWT on the Magdalen Islands. The machine was first erected in 1977 and early tests showed that this version of the VAWT performed as expected. Unfortunately, a procedural error in the operation of the machine led to its destruction in July 1978. An identical machine was erected on the same site in January 1980 and subsequent testing has shown this wind turbine to perform as expected, reaching full power operation ahead of schedule. The original plans called for the operation of the facility to be turned over completely to Hydro Quebec at the end of 1980 with the installation generating a part of the electricity supply for the Magdalen Islands. Hydro Quebec and the NRC agreed, however, that the instrumentation collecting operational data should remain in place so that experiments can continue while the wind turbine is contributing power to the Islands' grid.

Following the success of the Magdalen Islands experiments, scientists at the NRC proposed the construction of a megawatt-size VAWT, seeing this as the next logical step in the wind energy program. Running a vertical axis wind machine of this size would give Canada unique operating experience and consolidate its position as a world leader in vertical axis wind turbine research and development. "Project Aeolus" involves the design and construction of a VAWT which can generate up to 3.8 megawatts of electricity (enough electricity to supply the non-heating requirements of 600-700 homes) and which is expected to cost $23 million to complete. It is believed that such a system could operate at sites with average wind speeds of approximately 30 mph (48 km/h) and deliver energy which is cost competitive with conventional electricity. Hydro Quebec has agreed to participate in this program on a cost-shared basis with the Federal Government and the wind turbine will be erected at a suitable site in eastern Quebec with operation expected in 1983.

The market for wind turbines in Canada may not prove to be large, given other options available to us for the production of electricity. However, in certain regions of the country such large-scale wind conversion systems could be very important in replacing fossil fuels currently used for electrical generation. In addition to the domes-

passé concentraient leurs efforts sur les EAH commencent à se rendre compte des avantages de l'éolienne à axe vertical. Les États-Unis en particulier consacrent des budgets substantiels au développement de celles-ci.

CONCLUSION

Si nous voulons conserver notre avance en ce domaine, nous devons hâter la commercialisation et la promotion de nos éoliennes à axe vertical sur les marchés.

Les recherches courantes du CNR peuvent être subdivisées en trois rubriques, à savoir: l'évaluation des ressources, les éoliennes de petites à moyennes dimensions et les grandes éoliennes.

Le premier domaine de recherche concerne l'évaluation des ressources d'énergie éolienne au Canada. Le Service de l'environnement atmosphérique d'Environnement Canada a déjà fait un grand pas dans ce domaine et ce, en mettant au point un ensemble de données normalisées puisées dans les archives et permettant d'identifier les régions qui devraient faire l'objet d'une évaluation détaillée. Le CNR a déjà élaboré un ensemble de spécifications techniques applicables aux anémomètres aux fins de mettre au point les méthodes d'essai normalisées. En outre, le CNR coopère avec les services publics provinciaux pour l'évaluation détaillée d'un certain nombre d'emplacements identifiés déjà dans l'étude du SEA. Le Canada participe également à une évaluation internationale des modèles sur ordinateur utilisés pour la localisation de l'énergie éolienne. Ce programme s'inscrit dans le cadre du Programme de recherche et de développement sur les systèmes de conversion de l'énergie éolienne patronné par l'Agence internationale de l'énergie.

Les éoliennes de petites et moyennes dimensions que le CNR a examinées sont développées en vue de leur application dans trois domaines distincts. Le premier consiste à utiliser des éoliennes de 1 kW (CC) pour fournir sur demande de l'énergie électrique dans les régions éloignées. Ce domaine d'application nécessite une installation de stockage puisque l'éolienne est l'unique source d'énergie électrique. Ces unités sont coûteuses car elles doivent répondre à des normes de fiabilité extrêmement rigoureuses et nécessitent un investissement supplémentaire dans les installations de stockage. Elles sont destinés principalement à fournir l'énergie requise par les réseaux de télécommunications dans les régions éloignées et l'aide à la navigation, domaines qui en justifient le coût. Six installations de ce genre sont actuellement en voie de réalisation au Canada, dont cinq, situées en Alberta, en Saskatchewan, en Ontario, au Nouveau-Brunswick et à Terre-Neuve, fourniront l'énergie aux réseaux de télécommunications et la sixième, en Alberta, assurera la protection cathodique d'un oléoduc.

Le second domaine d'application porte sur les éoliennes de petites et moyennes dimensions utilisables pour la production de l'électricité dans les communautés éloignées du Canada. Un grand nombre de collectivités de ce genre dépendent des génératrices diesel pour leur approvisionnements en énergie électrique. Le CNR a travaillé avec le gouvernement de l'Ontario au développement d'un système hybride comportant une éolienne couplée à une génératrice diesel. Une EAV de 10 kW (CA) fut montée en couplage direct à une génératrice diesel sur un terrain expérimental de Toronto Island. Les résultats de deux années d'expérimentation ont révélé qu'il est possible de réaliser des économies substantielles de carburant diesel si l'on dispose d'un emplacement où la vitesse moyenne du vent dépasse 13 mph (21 km/h) et le coût du mazout dépasse $1/gallon. Bien des communautés nordiques répondent à ces deux conditions et le CNR, le ministère de l'Energie de l'Ontario et l'Ontario Hydro prennent actuellement les mesures nécessaires en vue d'assurer le financement d'un hybride EAV/diesel de 50 kW à Sudbury (Ontario).

Les éoliennes de dimension moyenne (production de l'ordre de 50 kW) font également l'objet d'essais comportant leur connexion à un réseau électrique. Quatre unités de 50 kW sans équipement de stockage sont déjà installées et reliées respectivement aux réseaux principaux de la Colombie-Britannique, de la Saskatchewan, du Manitoba et de Terre-Neuve. Ces systèmes sont considérés comme les prédécesseurs des grosses éoliennes et servent à déterminer quels problèmes pourraient résulter de l'utilisation d'électricité éolienne variable dans un réseau électrique qui, auparavant, puisait régulièrement son énergie dans des installations importantes.

En ce qui concerne les grandes éoliennes, le CNR a construit en collaboration avec Hydro Québec une EAV de 230 kW sur les Îles-de-la-Madeleine. Le montage de l'installation a eu lieu en 1977 et les essais préliminaires ont démontré que cette version agrandie de l'EAV fonctionnait comme prévu. Malheureusement, une erreur opérationnelle a provoqué la destruction de la machine en juillet 1978. Une EAV identique fut érigée sur le même emplacement en janvier 1980 et les essais ultérieurs ont démontré que cette éolienne fonctionnait comme prévu et qu'elle avait même atteint le stade de l'exploitation à pleine charge avant la date prévue. Selon les plans initiaux, l'exploitation de l'installation devait être intégralement confiée à Hydro Québec à la fin de 1980 et il était entendu que cette installation serait intégrée au système d'approvisionnement électrique des Îles-de-la-Madeleine. Hydro Québec et le CNR ont convenu cependant de maintenir sur place les instruments servant à recueillir les données opérationnelles de manière à ce que les expérimentations se poursuivent pendant que l'éolienne contribue à l'alimentation du réseau des îles.

tic market, a large export market seems likely to develop in both industrialized and Third World countries.

CONCLUSION

The Committee agrees that Canada should pursue the development and commercialization of megawatt-scale vertical axis wind turbines and welcomes the recent announcement that "Project Aeolus" has been approved for funding.

In its visit to the Yukon and the Northwest Territories, the Committee was struck by the vulnerability of northern communities depending solely upon diesel generation for their electricity. We thus recognize the uncertainty which many Canadians feel about the supply and price of petroleum products in isolated regions of the country.

CONCLUSION

The Federal Government should quickly institute measures to assist remote communities in diversifying their energy supplies. In this connection, wind energy and small-scale hydro are two options meriting close consideration. Such a program would complement the energy conservation efforts of northern communities and the off-oil philosophy as outlined in the National Energy Program. In the case of wind energy, an assistance program would aid in establishing a wind turbine manufacturing capability in Canada by providing an immediate market.

RECOMMENDATION

Funding and technical assistance for installing wind/diesel hybrid systems should be provided to remote communities, with appropriate wind characteristics, now relying on diesel fuel for electrical generation. This assistance would not only help such communities reduce their need for petroleum but would also create an immediate market for wind turbines and hasten the commercialization of this technology.

Après le succès des expériences sur les Îles-de-la-Madeleine, les spécialistes du CNR ont proposé la construction d'une EAV à l'échelle des mégawatts, considérant qu'un tel projet constitue logiquement l'étape suivante du programme de l'énergie éolienne. L'exploitation d'une éolienne à axe vertical d'une si grande dimension permettrait au Canada d'avoir une expérience unique dans ce domaine et renforcerait sa position à l'avant-garde de la recherche et du développement en matière d'éoliennes à axe vertical. Le «Projet Aeolus» comporte la conception et la construction d'une EAV capable de produire jusqu'à 3.8 mégawatts (suffisamment d'électricité pour satisfaire aux besoins, autres que le chauffage, de 600 à 700 maisons) et dont le coût s'élèverait à $23 millions. On estime que ce système est exploitable sur des sites où la vitesse moyenne du vent est d'environ 30 mph (48 km/h) et qu'il peut fournir l'énergie à des coûts compétitifs par rapport à la production électrique classique. Hydro Québec a accepté de participer au financement de ce programme avec le gouvernement fédéral. L'éolienne en question sera érigée sur un site de l'Est du Québec et sa mise en exploitation est prévue pour 1983.

Le marché canadien des éoliennes pourrait être limité, étant donné les diverses options dont nous disposons pour la production de l'électricité. Toutefois, dans certaines régions du pays, les éoliennes d'une si grande dimension contribueraient substantiellement au remplacement des combustibles fossiles servant couramment à la production de l'électricité. Notons enfin qu'en plus du marché canadien, un important marché d'exploitation peut se développer dans les pays industrialisés et les pays du Tiers-Monde.

CONCLUSION

Le Comité est d'avis que le Canada devrait poursuivre le développement et la commercialisation des éoliennes à axe vertical à l'échelle des mégawatts et accueille avec satisfaction l'approbation récente du financement du «Projet Aeolus».

Au cours de sa visite au Yukon et dans les Territoires du Nord-Ouest, le Comité a été frappé par la vulnérabilité des communautés nordiques qui comptent exclusivement sur l'électricité produite par la génératrice diesel. Nous sommes donc conscients de l'incertitude qui pèse sur les Canadiens des régions isolées à l'égard de l'approvisionnement et du prix des produits pétroliers.

CONCLUSION

Il incombe au gouvernement fédéral de prendre des mesures immédiates afin d'aider ces communautés à diversifier leurs sources énergétiques. A cet égard, l'énergie éolienne et les centrales hydro-électriques à échelle réduite sont deux options dignes d'être soigneusement envisagées. Un tel programme appuiera les efforts de conservation énergétique dans les communautés nordiques et le principe de réduction de la consommation pétrolière préconisé par le Programme énergétique national. En ce qui concerne l'énergie éolienne, un programme d'aide facilitant la création d'un marché immédiat hâterait la création d'une industrie canadienne dans ce domaine.

RECOMMANDATION

Les communautés éloignées où les caractéristiques des vents sont appropriées et qui dépendent actuellement du carburant diesel pour la production de l'électricité doivent bénéficier de l'aide financière et technique pour l'installation de systèmes hybrides éolienne/diesel. Cette aide aura non seulement pour effet d'aider ces communautés à réduire leurs besoins en pétrole mais encore de créer un marché immédiat pour les éoliennes et de hâter la commercialisation de cette technologie.



7 RECOMMENDATIONS



7 RECOMMANDATIONS

Recommendations

The following recommendations are listed in the order in which they appear in the text, not in order of importance.

The page on which each recommendation appears in the Report is listed so that the reader can easily determine the context in which it is made.

RD&D	(1)	**In its own best interest and in the interest of furthering the objectives of the IEA, Canada should accelerate the rate of increase in its alternative energy RD&D expenditures.** **(p. 68)**
Ministry of State	(2)	**The Committee recommends that a Ministry of State for Alternative Energy and Conservation be created under the Ministry of Energy, Mines and Resources. We further recommend that this new Ministry be divided into four sections responsible for Conservation, Solar Energy, Methanol, and Other Alternatives.** **(p. 79)**
Canertech	(3)	**The Committee recommends that the new alternative energy corporation, Canertech, report to the proposed Minister of State for Alternative Energy and Conservation at the time that it becomes an independent Crown corporation.** **(p. 79)**
Energy Economics	(4)	**The Committee recommends that the Department of Energy, Mines and Resources initiate a comprehensive study of energy and the economy to clarify this important relationship in the Canadian context and to provide guidance in formulating energy policy and more general economic policy.** **(p. 83)**
Conservation	(5)	**The Committee recommends that a detailed study into all aspects of energy conservation, in all sectors of the economy, be undertaken immediately.** **(p. 118)**
Conservation — Passive Solar	(6)	**All levels of government should cooperate in ensuring that architects, builders and contractors learn and practice energy-efficient design and construction. In particular, these people should be made aware of the energy-saving benefits which result from the passive use of solar energy.** **(p. 119)**
	(7)	**The Committee urges that Federally-financed housing incorporate energy-conserving and passive solar design in order to demonstrate its benefits.** **(p. 120)**
Conservation	(8)	**Energy performance standards for buildings should be incorporated in the National Building Code so that conservation and innovative design and construction are promoted.** **(p. 121)**

Recommandations

Les recommandations suivantes sont énumérées dans l'ordre dans lequel elles apparaissent dans le texte et non par degré d'importance.

La page sur laquelle chacune des recommandations apparaît dans le rapport est indiquée afin de permettre au lecteur de déterminer facilement le contexte dans lequel elle est faite.

RD&D

(1) **Le Canada devrait, dans son intérêt propre et dans le but de donner plus ample suite aux objectifs de l'AIE, intensifier le taux d'accroissement de ses dépenses en RD&D dans le secteur des énergies de remplacement.**
(p. 74)

Ministère d'État

(2) **Le Comité recommande qu'un ministère d'État pour l'énergie de remplacement et la conservation soit créé dans le cadre du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources. Nous recommandons de plus que ce ministère soit divisé en quatre sections responsables chacune de la conservation, de l'énergie solaire, du méthanol et enfin des autres énergies de remplacement.**
(p. 89)

Canertech

(3) **Le Comité recommande que Canertech, la nouvelle société responsable de l'énergie de remplacement, relève du ministère d'État pour l'énergie de remplacement et la conservation dont la création est proposée lorsqu'elle deviendra une Société de la Couronne indépendante.**
(p. 89)

L'énergie et l'économie

(4) **Le Comité recommande que le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources procède à une étude en profondeur des rapports réciproques entre l'énergie et l'économie dans le but de les bien préciser dans le contexte particulier au Canada, cette étude devant pouvoir servir de guide lors de la formulation de politiques énergétiques et de politiques économiques plus générales.**
(p. 93)

Conservation

(5) **Le Comité recommande que l'on entreprenne immédiatement une étude détaillée de tous les aspects de la conservation dans tous les secteurs de l'économie.**
(p. 134)

Conservation solaire passif

(6) **Tous les paliers de gouvernement devraient coopérer pour s'assurer que les architectes, les constructeurs et les entrepreneurs connaissent et appliquent les techniques de conception et de construction visant à économiser l'énergie. Ces personnes devraient notamment être au courant des avantages énergétiques offerts par l'utilisation passive de l'énergie solaire.**
(p. 135)

(7) **Le Comité recommande vivement que les logements financés par le gouvernement fédéral soient construits selon une conception axée sur la conservation et le chauffage solaire passif afin d'en démontrer les avantages.**
(p. 136)

Conservation

(9) Standard tests for the energy performance of buildings should be established by the Federal Government so that energy-efficiency ratings can be assigned. (p. 121)

(10) The Committee recommends that the Federal Government establish a standard procedure for testing the airtightness of buildings.The Committee further recommends that, once established, the test be applied to Federal buildings and to all new homes financed through the Canada Mortgage and Housing Corporation. (p. 121)

(11) Lighting regimes in businesses and homes should be designed to ensure that electric energy is not wasted. (p. 121)

(12) Underground construction should be encouraged in appropriate circumstances as an energy-conserving building technology. (p. 122)

Ethanol

(13) The Committee recommends that the Federal Government, through Canertech, encourage the research, development and commercialization of cellulose-to-ethanol technology. (p. 127)

(14) Ethanol should be used as a gasoline extender only and not as a substitute transportation fuel in pure form, except perhaps on farms. (p. 127)

(15) The Committee recommends that the Government ensure, in its amendments to the Excise Act, that production of ethanol in excess of individual requirements may be sold to retail suppliers of alcohol fuel or gasohol. (p. 128)

(16) The Committee does not endorse pure ethanol from starch or sugar feedstocks as a major alternative liquid transportation fuel for Canada. It does, however, recommend that fuel ethanol be permitted for personal use or for the production of gasohol. (p. 128)

Methanol

(17) The Committee recommends that the construction of a hybrid natural gas/biomass methanol plant be encouraged to demonstrate the technology of methanol production as soon as possible. (p. 129)

(18) Since hybrid natural gas/biomass methanol plants are a transitional step in establishing a fuel methanol industry, the Committee further recommends that such plants be converted when feasible to operation using biomass alone or biomass spiked with electrolytic hydrogen. (p. 129)

(19) In the short term, Canada should allow fuel methanol to be sold at prices lower than gasoline in order to make it attractive as an alternative transportation fuel. (p. 130)

Biogas

(20) The Committee recommends that the technology of anaerobic digestion should be actively pursued in Canada and that additional biogas reactors should be installed to demonstrate their effectiveness in the Canadian environment. (p. 131)

Conservation

(8) Il faudrait incorporer des normes de rendement énergétique au Code national du bâtiment afin de promouvoir une conception et une construction axées sur l'innovation et la conservation.
(p. 137)

(9) Le gouvernement fédéral devrait établir des essais normalisés pour mesurer le rendement énergétique des bâtiments afin que l'on puisse attribuer aux bâtiments des cotes d'efficience énergétique.
(p. 137)

(10) Le Comité recommande que le gouvernement fédéral établisse une procédure normalisée de vérification de l'étanchéité des bâtiments. Le Comité recommande également qu'une fois établi, ce test de vérification soit appliqué à tous les édifices fédéraux et à toutes les nouvelles maisons financées par l'intermédiaire de la Société canadienne d'hypothèques et de logement.
(p. 138)

(11) Dans les locaux commerciaux comme dans les maisons, on devrait concevoir des régimes d'éclairage qui n'entraînent pas un gaspillage de l'énergie électrique.
(p. 138)

(12) On devrait encourager la construction souterraine car il s'agit d'une technologie de construction qui permet de conserver l'énergie.
(p. 138)

Éthanol

(13) Le Comité recommande que le gouvernement fédéral encourage, par l'intermédiaire de Canertech, la recherche, le développement et la commercialisation des technologies de la conversion de la cellulose en éthanol.
(p. 143)

(14) L'éthanol devrait servir uniquement comme additif à l'essence et non comme produit de remplacement intégral des carburants utilisés pour les transports, sauf peut-être dans les fermes.
(p. 143)

(15) Le Comité recommande que l'amendement de la Loi sur l'accise prévoie que la production d'éthanol excédant les besoins individuels du distillateur puisse être vendue aux détaillants de carburant alcoolisé ou de gazohol.
(p. 145)

(16) Le Comité ne recommande pas la production d'éthanol pur à partir des récoltes amylacées et sucrières et en tant que principal carburant liquide de remplacement pour les transports au Canada. Il recommande cependant que la distillation de l'éthanol comme carburant soit permise pour usage personnel ou pour la production de gazohol.
(p. 145)

Méthanol

(17) Le Comité recommande d'encourager la construction d'une usine de méthanol selon la formule hybride (gaz naturel/biomasse) afin de démontrer le plus rapidement possible la faisabilité de cette technique de production.
(p. 146)

Biomass Densification

(21) As the technology for biomass densification is available now and is being used in some locations, the Committee recommends that development of the wood densification industry should be encouraged in Canada.This means that increased emphasis in R&D should be placed on improving combustion technologies for densified biomass fuels and on developing end uses and markets for the densified biomass product.
(p. 134)

Wood

(22) The Committee recommends that a study of how the increasing combustion of wood in urban areas will affect air quality should begin immediately. Such a study should be completed before expanded use of firewood is recommended for urban centres.
(p. 135)

(23) Fire safety regulations should be reviewed and strengthened so that the installation and use of wood stoves and fireplaces does not lead to a tragic increase in the incidence of fires in homes using fuel wood.
(p. 135)

Wood— Methanol

(24) The Committee believes that the technology of biomass gasification should be funded on a priority basis. It has the potential of allowing greater use of wood (and other biomass feedstocks) to fire systems which traditionally have used fossil fuels. It is perhaps the last part of the technology of methanol synthesis from biomass which must be improved upon to assure commercialization of this alcohol fuel option.
(p. 135)

Peat

(25) Canada's extensive peat deposits represent a significant alternative energy opportunity, but our resource base has been only partially outlined. An accurate assessment of its quantity, quality and location should be completed.
(p. 138)

(26) The Committee recommends that peat R&D encompass the development of an efficient technology for the gasification of peat. This would allow Canada to broaden its resource base for the production of the alternative liquid transportation fuel methanol.
(p. 138)

Fluidized Bed Combustion

(27) The Federal Government should undertake a thorough analysis of the opportunities and benefits of fluidized bed combustion in the Canadian context, and of the funding levels necessary to exploit the technology to maximum advantage. Topics which should be addressed in the analysis include the choice between various FBC technologies from economic and environmental standpoints, use of fuels other than coal, and the nature of regional opportunities.
(p. 142)

Coal-Oil Mixtures

(28) Canadian RD&D in coal-oil mixture technology should be accelerated where feasible. A heavy emphasis should be placed on the rapid deployment of this technology in the Maritime Provinces.
(p. 142)

Méthanol

(18) Puisque les usines de production du méthanol selon la formule hybride (gaz naturel/biomasse) constituent une étape de transition dans la création d'une industrie de production du méthanol, le comité recommande de plus que de telles usines soient converties, lorsque ce sera possible, de manière à tirer le méthanol de la seule biomasse ou de la biomasse combinée à de l'hydrogène produit par électrolyse.
(p. 146)

(19) A court terme, pour faire du méthanol un carburant de remplacement séduisant, le Canada devrait faire en sorte que son prix de vente soit inférieur à celui de l'essence.
(p. 146)

Méthane

(20) Le Comité recommande de continuer à explorer vigoureusement la technologie de la digestion anaérobie et l'installation d'autres réacteurs pour la production du méthane afin d'en démontrer l'efficacité dans l'environnement canadien.
(p. 148)

Biomasse compactée

(21) Étant donné que la technologie de la densification est présentement disponible et déjà exploitée à certains endroits, le Comité recommande d'encourager l'essor de l'industrie de la densification du bois et d'axer la recherche et le développement sur l'amélioration des technologies de combustion et sur la création d'utilisations et de marchés pour les produits de biomasse compactée.
(p. 152)

Bois

(22) Le Comité recommande d'entreprendre immédiatement une étude des conséquences de la combustion du bois pour la qualité de l'air dans les zones urbaines. Cette étude devrait être réalisée avant de recommander une intensification de l'utilisation du bois de chauffage dans les centres urbains.
(p. 153)

(23) Il faudrait réviser les règlements de sécurité en matière d'incendie et, au besoin, les rendre plus sévères afin d'éviter que l'utilisation des poêles à bois et feux ouverts entraîne une augmentation tragique des incendies dans les foyers utilisant le bois de chauffage.
(p. 153)

Bois
Méthanol

(24) Le Comité croit que, dans le cadre de la recherche et du développement portant sur la biomasse, on devrait d'abord financer les études relatives à la technologie de gazéification de la biomasse parce que cette technologie offre la possibilité d'utiliser plus efficacement le bois (et les autres matières premières de la biomasse) pour alimenter les systèmes utilisant habituellement les combustibles fossiles et parce qu'elle constitue le dernier chaînon de la technologie de synthèse du méthanol à partir de la biomasse, technologie qui devrait faire l'objet d'améliorations jusqu'à ce qu'elle permette la commercialisation de ce carburant alcoolisé comme option de remplacement.
(p. 153)

Tourbe

(25) Les importantes réserves de tourbe du Canada représentent une option énergétique digne d'intérêt mais qui n'a pas été suffisamment examinée. On devrait donc déterminer exactement la quantité, la qualité et l'emplacement de ces réserves.
(p. 156)

Coal Liquefaction

(29) Coal liquefaction should not be adopted as a long-term energy option for Canada. In the shorter term, however, a limited number of coal liquefaction projects aimed primarily at export markets could be accepted — with stringent environmental safeguards — to earn foreign exchange, to generate skilled employment and technological expertise, and to provide a supplementary source of synthetic fuel for domestic use in an emergency.
(p. 146)

District Heating

(30) The Committee recommends that district heating should be considered as an energy-conserving technology for new subdivisions, communities and industrial parks.
(p. 150)

Co-generation

(31) The Committee encourages Canadian utilities to look more favourably upon co-generation and to devise means for promoting the broader use of this technology, possibly through joint ownership of such systems with industrial partners.
(p. 154)

Small-Scale Hydro

(32) The Committee recommends that financial assistance be extended to isolated communities which rely upon diesel-generated electricity to enable them to install small hydro units where an appropriate site exists. The Committee further recommends that this technology be vigorously promoted for its export potential.
(p. 156)

Fuel Cells— Hydrogen

(33) The Committee recommends that research on fuel cells be funded as part of a commitment to developing a hydrogen economy for Canada. In particular, the development of fuel cells for the transportation sector should be given high priority as their use promises to substitute for transportation fuels, to reduce vehicle exhaust emissions and to develop a market for hydrogen.
(p. 160)

Fusion

(34) The Committee recommends that the program of expenditures proposed by the NRC Advisory Committee on Fusion-Related Research be adopted by the Federal Government. For the five-year period from fiscal year 1980-81 to 1984-85, this represents an expenditure of approximately $54 million (in constant 1979 dollars). An independent review should be carried out in the third year of the program and after five years to determine its effectiveness.
(p. 169)

Geothermal Energy

(35) The Committee recommends that Federal expenditures on geothermal energy be sufficiently large to accomplish at least the following: to define the size of the geothermal resource in Canada; to promote development of this energy form, especially for space heating; and to determine the feasibility of extracting thermal energy from hot, dry rocks.
(p. 171)

Heat Pumps

(36) The Committee recommends that heat pump use in suitable community recreation complexes be encouraged and that all three levels of government investigate the potential for financial assistance in this regard.
(p. 181)

(37) Governmental and industrial R&D in Canada should continue to refine heat pump technology. Emphasis should be placed upon penetrating commercial, residential and industrial markets and upon seeking the most effective marrying of heat pumps with other energy technologies.
(p. 182)

Tourbe

(26) Le Comité recommande que la recherche et le développement en matière de tourbe visent l'élaboration d'une technologie efficace de gazéification de la tourbe, ce qui augmentera la gamme des ressources de base dont dispose le Canada pour la production du méthanol en tant que carburant liquide utilisable en transport.
(p. 156)

Combustion sur lit fluidisé

(27) Le gouvernement fédéral devrait entreprendre une analyse détaillée du potentiel et des avantages de la combustion sur lit fluidisé dans le contexte canadien et déterminer le niveau de financement nécessaire pour tirer le plus grand parti de cette technologie. Cette analyse devrait porter entre autres sur le choix entre diverses technologies de la combustion sur lit fluidisé d'un point de vue économique et environnemental, sur l'utilisation de combustibles autre que le charbon et sur la nature des possibilités régionales.
(p. 160)

Mélanges de charbon et de mazout

(28) La recherche et le développement dans le domaine de la technologie des mélanges de charbon et de mazout au Canada doivent s'accélérer dans la mesure du possible. Il faudrait mettre l'accent sur l'application rapide de cette technologie dans les provinces maritimes.
(p. 161)

Liquéfaction du charbon

(29) La liquéfaction du charbon ne devrait pas être adoptée comme option énergétique à long terme pour le Canada. Par contre, à court terme, un nombre limité de projets de liquéfaction du charbon dont les produits seraient principalement destinés aux marchés de l'exportation pourraient être acceptés, avec des contrôles environnementaux stricts, afin d'acquérir des devises étrangères, de créer de l'emploi pour la main-d'œuvre qualifiée, d'établir des connaissances technologiques et de constituer une source additionnelle de combustibles synthétiques pouvant être utilisés au Canada en cas d'urgence.
(p. 165)

Chauffage collectif (par îlots)

(30) Le Comité recommande qu'on envisage le chauffage collectif comme technologie permettant de conserver l'énergie dans les nouveaux lotissements, les nouveaux centres urbains et les nouveaux parcs industriels.
(p. 170)

Cogénération

(31) Le Comité encourage les services publics canadiens à examiner d'un œil plus favorable la cogénération et à trouver les moyens de promouvoir l'application de cette technologie en envisageant, par exemple, la construction de systèmes en copropriété avec les établissements industriels.
(p. 174)

Centrales hydro-électriques à échelle réduite

(32) Le Comité recommande le financement des communautés isolées qui comptent sur les génératrices diesel pour leurs besoins d'électricité, afin de leur permettre d'installer des centrales hydro-électriques à échelle réduite si elles disposent de l'emplacement convenable. Il recommande en outre vivement le développement de cette technologie à des fins d'exportation.
(p. 177)

Piles à combustible— hydrogène

(33) Le Comité recommande que le financement de la recherche sur les piles à combustible soit entrepris dans le cadre de l'engagement visant le développement au Canada d'une économie fondée sur l'hydrogène. En particulier, le développement des piles à combustible pour le secteur des transports devrait bénéficier d'une haute priorité car l'utilisation de ces piles permettrait de remplacer les carburants, de réduire les émissions nocives des véhicules et de créer un marché pour l'hydrogène.
(p. 182)

Hydrogen

(38) The Committee recommends that an energy system based upon hydrogen and electricity as the principal energy currencies be adopted by the Government of Canada as a long-term policy objective.
(p. 188)

(39) The Committee believes that hydrogen will be an important element of Canada's future energy system and recommends that we begin now to develop the technology and infrastructure for hydrogen production, distribution and use.
(p. 188)

(40) The Committee agrees that the early demonstration of a hydrogen-based urban transportation system is required in Canada and recommends that research into this use of hydrogen be supported with the aim of rapid commercialization.
(p. 188)

(41) The Committee recommends that the Federal Government be prepared to spend up to $1 billion over the next five years to foster the broad development of a hydrogen-based energy system and to establish Canada as a world leader in hydrogen technology.
(p. 189)

(42) The Committee recommends that a Commission, to be known as Hydrogen Canada, be established to act as the lead agency for hydrogen RD&D and commercialization in Canada. This Commission should report to the proposed Minister of State for Alternative Energy and Conservation.
(p. 189)

(43) The Committee recommends that the proposed Minister of State for Alternative Energy and Conservation begin a review of the progress and accomplishments of Hydrogen Canada after eighteen months, with the review to be completed within six months. A further review should be conducted after the fourth year of the program, with subsequent reviews to follow at five-year intervals.
(p. 190)

(44) The Committee recommends that the results of the periodic reviews of Hydrogen Canada's progress be tabled in Parliament within three months of their completion and, in the event that Parliament is not sitting at the time, the Minister be permitted to make them public.
(p. 190)

Propane

(45) Propane use should be encouraged in the short and medium terms for vehicle fleets refueled at central locations.
(p. 193)

Compressed Natural Gas

(46) The Committee recommends that compressed natural gas be encouraged for use as a fuel in large fleets of vehicles which travel limited distances and are fueled at central filling stations.
(p. 193)

Synthetic Gasoline

(47) Because synthetic gasoline does not reduce hydrocarbon usage and because its production is nonconserving in nature, the Committee recommends that the production of synthetic gasoline from fossil fuel resources should not be viewed as an alternative energy solution of major importance for the transportation sector.
(p. 195)

Fusion

(34) Le Comité recommande que le gouvernement fédéral adopte le programme de dépenses proposé par le Comité consultatif du CNR sur la recherche en matière de fusion. Sur la période de cinq ans qui englobent les années financières 1980-81 à 1984-85, cela représente des dépenses d'environ $54 millions (en dollars constants de 1979). Une étude indépendante devrait être effectuée au cours de la troisième année du programme et au bout de cinq ans, dans le but d'en déterminer l'efficacité.
(p. 191)

Énergie géothermique

(35) Le Comité recommande que les dépenses engagées par le gouvernement fédéral au chapitre de l'énergie géothermique soient suffisantes pour réaliser au moins les buts suivants: définir l'importance des ressources géothermiques au canada; promouvoir la mise en valeur de cette forme d'énergie, notamment pour le chauffage des locaux; et déterminer si l'on peut extraire de l'énergie thermique des roches chaudes et sèches.
(p. 200)

Pompes à chaleur

(36) Le Comité recommande que l'on encourage l'emploi des pompes à chaleur dans les complexes récréatifs communautaires qui s'y prêtent et que les trois paliers du gouvernement se penchent sur la possibilité d'aide financière dans ce domaine.
(p. 203)

(37) La stratégie de R & D gouvernementale et industrielle devrait faciliter le perfectionnement de la technologie des pompes à chaleur dans le but de l'introduire sur les marchés commerciaux, résidentiels et industriels et de rechercher les moyens les plus efficaces de combiner les pompes à chaleur aux autres technologies énergétiques.
(p. 204)

Hydrogène

(38) Le Comité recommande que le gouvernement du Canada adopte comme objectif de politique à long terme la mise en place d'une filière énergétique dont les principales devises énergétiques seront l'hydrogène et l'électricité.
(p. 210)

(39) Le Comité estime que l'hydrogène sera un élément important du système d'énergie canadien de demain et recommande que le Canada commence dès maintenant à mettre au point la technologie et l'infrastructure nécessaires à la production, la distribution et l'utilisation de l'hydrogène.
(p. 211)

(40) Le Comité reconnaît qu'il faudrait, le plus tôt possible, faire la démonstration d'un système de transport urbain fondé sur l'hydrogène et recommande que l'on aide la recherche dans ce domaine d'application afin d'en arriver à une commercialisation rapide.
(p. 211)

(41) Le Comité recommande que le gouvernement fédéral soit disposé à dépenser, au cours des cinq prochaines années, jusqu'à concurrence de $1 milliard afin d'encourager le développement sur une vaste échelle d'une infrastructure énergétique fondée sur l'utilisation de l'hydrogène et à faire du Canada le chef de file mondial de la technologie de l'hydrogène.
(p. 212)

Methanol

(48) To develop a truly alternative vehicle fuel option for consumers, the Committee recommends that the Government of Canada urge automobile manufacturers to produce methanol and dual-fuel engines in Canada. Through this action and the development of a methanol-fuel-producing industry, Canada could become a world leader in methanol production and utilization.
(p. 196)

Ethanol

(49) The Committee recommends that ethanol produced in this country should be used for extending supplies of gasoline through the production of gasohol. We do not recommend the use of ethanol-powered cars as a major alternative transportation option.
(p. 196)

Air-Aluminium Battery

(50) The Committee recommends that the Federal Government closely monitor the development of the aluminum-air battery system and that it support commercialization of this power system in Canada.
(p. 197)

Electric Vehicle

(51) The Committee recommends that Canada become much more actively involved in electric vehicle research, development and demonstration. This effort should be a systems approach which concentrates not only on propulsion but also on the design and construction of all the components required to produce a completely Canadian electric vehicle.
(p. 198)

(52) The Committee believes that RD&D in this country should concentrate on all-electric vehicles rather than on heat engine/electric hybrids. If hybrid propulsion RD&D is pursued at all, it should be directed towards developing a fuel cell/electric hybrid. This would allow Canada to do research in two areas of nonconventional propulsion simultaneously, so that at some future date each technology could be profitably exploited on its own.
(p. 198)

Hydrogen

(53) Canada should pursue the use of hydrogen as an alternative aviation fuel and this activity should form part of the overall RD&D efforts of Hydrogen Canada.
(p. 200)

Tidal Power

(54) To determine whether a tidal power development in the Bay of Fundy remains a viable proposition, the Committee recommends that an economic feasibility study be initiated without delay to verify the 1977 conclusions of the Tidal Power Review Board, and that funding in the order of $300,000 be allocated for this purpose.
(p. 206)

(55) If the findings of the economic feasibility study are favourable, the Committee further recommends that a three-year pre-investment design engineering, socio-economic and environmental study, as outlined in the 1977 Report, be undertaken and that funding in the order of $50 million be allocated for this purpose.
(p. 206)

(56) If the findings of the definitive study are favourable, the Committee recommends that tidal power development be undertaken in the Bay of Fundy.
(p. 207)

(42) Le Comité recommande la création d'une commission, qui porterait le nom d'Hydrogène Canada, agissant à titre d'organisme central pour toutes les activités de recherche, de démonstration, de développement et de commercialisation de l'hydrogène au Canada. Cette commission ferait rapport au futur ministre d'État à l'énergie de remplacement et à la conservation.
(p. 212)

(43) Le Comité recommande que le futur ministre d'État à l'énergie de remplacement et à la conservation commence à analyser les progrès accomplis par Hydrogène Canada après dix-huit mois, et en termine l'examen en six mois. Un examen semblable devrait avoir lieu à l'issue de la quatrième année du programme et, ultérieurement, tous les cinq ans.
(p. 212)

(44) Le Comité recommande également que les résultats des examens périodiques soient déposés au Parlement dans les trois mois qui suivent leur achèvement et, au cas où le Parlement ne siégerait pas à ce moment-là, que le Ministre soit autorisé à les rendre publics.
(p. 212)

Propane

(45) A court et à moyen terme, on devrait encourager le recours au propane pour les parcs de véhicules se ravitaillant dans des dépôts centraux.
(p. 216)

Gaz naturel comprimé

(46) Le Comité recommande d'encourager l'utilisation du gaz naturel comprimé comme combustible pour les grands parcs de véhicules qui ne couvrent que de faibles distances et se ravitaillent à des dépôts centraux.
(p. 217)

Essence synthétique

(47) Étant donné que l'essence synthétique ne réduit pas l'utilisation des hydrocarbures et que sa production ne conserve pas l'énergie, le Comité recommande qu'on ne retienne pas la production d'essence synthétique à partir de combustibles fossiles comme option énergétique de premier plan pour le secteur des transports.
(p. 218)

Méthanol

(48) Pour mettre au point un véritable carburant de remplacement, le comité recommande que le gouvernement canadien encourage activement les constructeurs automobiles à produire des moteurs à méthanol et des moteurs mixtes au Canada. En prenant ces mesures et en développant une industrie du méthanol, le Canada pourrait occuper le premier rang dans la production et l'utilisation du méthanol.
(p. 220)

Éthanol

(49) Le Comité recommande que l'éthanol produit au Canada serve à prolonger la durabilité des réserves d'essence grâce à la production de gazohol. Il ne recommande pas le recours aux véhicules à éthanol comme option importante pour les transports.
(p. 220)

Accumulateur à aluminium-air

(50) Le Comité recommande que le gouvernement fédéral suive de près la mise au point de l'accumulateur à aluminium-air et en appuie la commercialisation au Canada.
(p. 221)

Ocean Energy

(57) The Committee believes that Canada should keep up to date with international developments in the field of wave power research and should continue to participate in joint R&D ventures. It also recommends, however, that wave power research should have no priority status in Canadian energy research and development programs.
(p. 207)

(58) The Committee believes that research and development of OTEC energy should not be funded by the Federal Government at this time.
(p. 210)

Passive Solar— Conservation

(59) The Federal Government should extend its public education program on conservation to include information on passive solar energy and energy-efficient building practices.
(p. 212)

Active Solar

(60) Research should be aimed at reducing the cost and establishing the reliability and durability of thermal storage components in active solar systems.
(p. 215)

(61) The funding level for RD&D in chemical and large-scale thermal heat storage must be increased substantially and steps must be taken to assist in the commercialization of the systems developed.
(p. 215)

(62) Consumer incentives for active solar systems should be put in place only when standards have been developed and warranties can be offered.
(p. 217)

(63) The Committee welcomes the recent announcement of a large-scale demonstration program for solar domestic hot water heating systems and recommends a similar program for active solar space heating systems. This program should incorporate a range of storage systems including zeolite and sodium sulphide.
(p. 217)

Photovoltaics

(64) In light of both the domestic and export potential for photovoltaic systems, the Committee recommends that Canada's RD&D efforts in photovoltaics be accelerated beyond the levels currently planned.
(p. 219)

Wind Energy

(65) Funding and technical assistance for installing wind/diesel hybrid systems should be provided to remote communities, with appropriate wind characteristics, now relying on diesel fuel for electrical generation. This assistance would not only help such communities reduce their need for petroleum but would also create an immediate market for wind turbines and hasten the commercialization of this technology.
(p. 224)

Véhicules électriques

(51) Le Comité recommande que le Canada s'intéresse de façon bien plus active à la recherche, au développement et à la démonstration dans le domaine des véhicules électriques. Il doit s'agir d'efforts systématiques axés non seulement sur la propulsion mais encore sur la conception et la construction de tous les éléments requis pour produire un véhicule électrique entièrement canadien.
(p. 221)

(52) Le Comité est convaincu que les efforts de RD&D au Canada devraient porter sur les véhicules tout-électrique plutôt que sur les véhicules hybrides. Toute activité de RD&D qui pourrait porter sur la propulsion hybride doit s'orienter vers la mise au point d'un système hybride pile à combustible/électricité car cela permettrait au Canada de poursuivre de front des recherches sur deux types de propulsion non classique, afin que chacune de ces technologies puisse éventuellement être exploitée séparément.
(p. 223)

Hydrogène

(53) Le Canada devrait continuer d'envisager l'hydrogène comme option de carburant pour l'aviation et cette activité devrait s'inscrire dans le cadre des efforts de RD&D d'Hydrogène Canada.
(p. 225)

Usine marémotrice

(54) Afin de déterminer si l'installation d'une usine marémotrice dans la Baie de Fundy continue d'être une option viable, le Comité recommande d'entreprendre sans délai une étude de faisabilité économique pour vérifier les conclusions auxquelles est arrivé en 1977 le Conseil d'examen de l'énergie marémotrice de la Baie de Fundy et d'allouer à cette fin une somme de l'ordre de $300,000.
(p. 233)

(55) Par ailleurs, si les conclusions de cette étude sont favorables, le Comité recommande de plus d'entreprendre, tel que souligné dans le rapport de 1977, une étude comprenant un programme conceptuel de préinvestissement, une étude socio-économique et une étude écologique; un budget de l'ordre de $50 millions devant être affecté à cette fin.
(p. 233)

(56) Le Comité recommande enfin, si les conclusions de l'étude finale sont favorables, que l'on commence la mise en œuvre d'installations marémotrices dans la Baie de Fundy.
(p. 233)

Énergies de la mer

(57) Le Comité estime que le Canada devrait se tenir au courant des progrès internationaux dans le domaine de l'énergie des vagues et continuer à prendre part à des programmes internationaux de recherche et développement. Il recommande toutefois de ne pas accorder de priorité élevée à la recherche dans ce domaine, dans le cadre des programmes canadiens de recherche et de développement sur l'énergie.
(p. 234)

(58) Le Comité estime que, pour le moment, le Canada ne devrait pas financer de projet de recherche et de développement dans le domaine de l'énergie thermique des océans (CETO).
(p. 236)

Solaire passif—conservation

(59) Le gouvernement fédéral doit étendre la portée de son programme d'éducation du public sur la conservation pour y inclure des informations sur le chauffage solaire passif et les méthodes de construction efficaces du point de vue de la consommation énergétique.
(p. 240)

Solaire actif

(60) Les recherches doivent être axées sur la réduction du coût du stockage d'énergie thermique et sur l'identification de la fiabilité et de la durabilité des éléments de stockage thermique dans les systèmes solaires actifs.
(p. 241)

(61) Il faut augmenter de façon substantielle le financement accordé à la recherche et au développement dans les domaines du stockage à grande échelle et chimique de la chaleur et prendre les mesures nécessaires pour faciliter la commercialisation des méthodes mises au point.
(p. 241)

(62) On ne devrait chercher à stimuler l'achat de systèmes actifs par le grand public qu'après que des normes aient été établies et des garanties offertes.
(p. 243)

(63) Le Comité accueille favorablement l'annonce récente d'un programme de démonstration à grande échelle des chauffe-eau solaires domestiques et recommande de lancer un programme analogue pour l'essai des systèmes actifs de chauffage solaire, notamment le stockage dans la zéolite ou dans le sulfure de sodium.
(p. 243)

Systèmes photovoltaïques

(64) Compte tenu du potentiel des systèmes photovoltaïques tant au Canada que pour l'exportation, le Comité recommande que le Canada accélère ses efforts de recherche et de développement au-delà de ce qui est actuellement prévu.
(p. 247)

Énergie éolienne

(65) Les communautés éloignées où les caractéristiques des vents sont appropriées et qui dépendent actuellement du carburant diesel pour la production de l'électricité doivent bénéficier de l'aide financière et technique pour l'installation de systèmes hybrides éolienne/diesel. Cette aide aura non seulement pour effet d'aider ces communautés à réduire leurs besoins en pétrole mais encore de créer un marché immédiat pour les éoliennes et de hâter la commercialisation de cette technologie.
(p. 252)

Selected Bibliography

Acres Shawinigan Ltd., *District Heating Study*, Report to the Ontario Ministry of Energy, Toronto, February 1976.

Acres Shawinigan Ltd., *District Heating for Small Communities*, Research Report No. 9, Office of Energy Conservation, Department of Energy Mines and Resources, Ottawa, January 1977a.

Acres Shawinigan Ltd., *Gas Turbines and District Heating*, Research Report No. 10, Office of Energy Conservation, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, February 1977b.

Akarca, Ali T. and Thomas Veach Long II, "On the Relationship Between Energy and GNP: A Re-examination", *Journal of Energy and Development*, Vol. V, No. 2, Spring 1980, p. 326-331.

Alberta, Energy Resources Conservation Board, *Conservation in Alberta 1978*, Calgary, April 1979.

Alberta Gas Trunk Line, *Annual Report, 1979*.

Altshuller, A.P. and G.A. McBean (Chairmen), *The LRTAP Problem In North America: A Preliminary Overview*, Report prepared by the United States-Canada Research Consultation Group on the Long-Range Transport of Air Pollutants, October 1979.

Anderson, B. and M. Riordan, *The Solar Home Book*, Cheshire Books, Harrisville, New Hampshire, 1976.

An Overview of the Magnetic Fusion Energy Development and Technology Program, Grumman Aerospace Corporation and Office of Magnetic Fusion Energy, U.S. Department of Energy, March 1978.

Auldridge, Larry, "World Oil Flow Slumps, Reserves Up", *Oil & Gas Journal*, Vol. 78, No. 52, 29 December 1980, p. 75-82.

Australia, Senate Standing Committee on National Resources, *The Replacement of Petroleum Based Fuels by Alternative Sources of Energy*, Australian Government Publishing Service, Canberra, 1980.

Aylesworth, J.A. and H.J. Weyland, "Coal and Coke", *Canadian Minerals Yearbook 1978* (preprint), Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, 1980.

Bachynski, M.P. and R.A. Bolton, *Tokamak de Varennes - Industrial Impact*, Institut de recherche d'Hydro-Québec, Institut national de la recherche scientifique, Université de Montréal, Canatom and MPB Technologies, October 1980.

Bank of Nova Scotia, "Canadian Business Conditions - A Chart Survey", *Scotiabank Monthly Review*, Toronto, December 1980.

Beale, Barry, *Energy and Industry*, James Lorimer and Co., Toronto, 1980.

Berkowitz, M.K., "Incentive Schemes for Encouraging Solar Heating Applications in Canada", in Peter N. Nemetz (ed.), *Energy Policy: The Global Challenge*, Institute for Research on Public Policy, Butterworth Co., Toronto, 1979.

Berndt, Ernst R., "Canadian Energy Demand and Economic Growth", in Campbell Watkins *et al* (eds.), *Oil in the Seventies*, The Fraser Institute, Vancouver, 1977.

Berndt, Ernest R. and Catherine Morrison, "Energy, Capital and Productivity", in Joy Dunkerley (ed.), *International Energy Strategies*, Proceedings of the 1979 IAEE/RFF Conference, Oelgeschlager, Gunn & Hain, Publishers, Cambridge, Mass., 1980, p. 79-99.

Bielenstein, H.V., L.P. Chrismas, B.A. Latour and T.E. Tibbetts, *Coal Resources and Reserves of Canada*, Report ER 79-9, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, December 1979.

Bockris, J.O'M., *Energy Options: Real Economics and the Solar-Hydrogen System*, John Wiley " Sons, Toronto, 1980.

Bolton, R.A. and B.C. Gregory, *Tokamak de Varennes National Facility, Executive Summary and Final Report*, Institut de recherche d'Hydro-Québec, Institut national de la recherche scientifique, Université de Montréal, Canatom and MPB Technologies, October 1980.

Booz, Allen and Hamilton, Applied Research Division, *Introduction to the Analysis of Commercialization Conditions*, ERDA-76-99, United States Energy Research and Development Administration, 1976.

Brace Research Institute, *Annual Report*, Report Number M-39, Macdonald College of McGill University, 1978-1979, 1979.

Brin, A., *Océan et Énergie*, Editions Technip, Paris, 1979.

British Columbia, British Columbia Hydro and Power Authority, *Tidal Power in British Columbia*, June 1979.

Bibliographie Choisie

Acres Shawinigan Ltd., *Distric Heating Study,* Rapport au ministère de l'Énergie de l'Ontario, Toronto, février 1976.

Acres Shawinigan Ltd., *District Heating for Small Communities,* Research Report No. 9, Bureau de la conservation de l'énergie, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa, janvier 1977a.

Acres Shawinigan Ltd., *Gas Turbines and District Heating,* Research Report No. 10, Bureau de la conservation de l'énergie, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa, février 1977b.

Agence internationale de l'Énergie atomique, *Urban District Heating Using Nuclear Heat,* compte rendu d'une réunion du Groupe consultatif tenue à Vienne, 15-19 mars 1976, A.I.E.A., Vienne, 1977.

Agence internationale de l'Énergie atomique, *Executive Summary, International Tokamak Reactor: Zero Phase,* Vienne 1980.

Agence internationale de l'Énergie, *Annual Report on Energy Research, Development and Demonstration, Activities of the IEA 1979-1980,* Organisation de Coopération et de Développement économique, Paris, 1980a.

Agence internationale de l'Énergie, *Energy Research, Development and Demonstration in the IEA Countries, 1979 Review of National Programs,* Organisation de Coopération et de Développement économique, Paris, 1980b.

Akarca, Ali T. and Veach Long, Thomas II, "On the Relationship Between Energy and GNP: A Re-examination", *Journal of Energy and Development,* printemps 1980.

Alberta, Energy Resources Conservation Board, *Conservation in Alberta 1978,* Calgary, avril 1979.

Alberta Gas Trunk Line, *Annual Report, 1979.*

Altshuller, A. P. and G. A. McBean (Chairmen), *The LRTAP Problem in North America: A Preliminary Overview,* Report prepared by the United States-Canada Research Consultation Group on the Long-Range Transport of Air Pollutants, octobre 1979.

Anderson, B. and M. Riordan, *The Solar Home Book,* Cheshire Books, Harrisville, New Hampshire, 1976.

An Overview of the Magnetic Fusion Energy Development and Technology Program, Grumman Aerospace Corporation and Office of Magnetic Fusion Energy, U.S. Department of Energy, mars 1978.

Auldridge, Larry, "World Oil Flow Slumps, Reserves Up", *Oil & Gas Journal,* Vol. 78, No. 52, 29 décembre 1980, p. 75-82.

Australie, Senate Standing Committee on National Resources, *The Replacement of Petroleum Based Fuels by Alternative Sources of Energy,* Australian Government Publishing Service, Canberra, 1980.

Aylesworth, J. A. and H. J. Weyland, "Coal and Coke", *Canadian Mineral Yearbook 1978* (preprint), ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa, 1980.

Bachynski, M. P. and R. A. Bolton, *Tokamak de Varennes—Industrial Impact,* Institut de recherche d'Hydro-Québec *et al.,* octobre 1980.

Banque de la Nouvelle-Écosse "Canadian Business Conditions—A Chart Survey", *Scotiabank Monthly Review,* Toronto, December 1980.

Beale, Barry, *Energy and Industry,* James Lorimer and Co., Toronto, 1980.

Berkowitz, M. K., "Incentive Schemes for Encouraging Solar Heating Applications in Canada, in *Energy Policy: The Global Challenge,* Peter N. Nemetz, ed., Institut de Recherches politiques, Butterworth & Co. Ltd., Toronto, 1979.

Berndt, Ernst R., "Canadian Energy Demand and Economic Growth", in Campbell Watkins *et al.* (eds.), *Oil in the Seventies,* The Fraser Institute, Vancouver, 1977.

Berndt, Ernst R. and Katherine Morrison, "Energy, Capital and Productivity", in Joy Dunderley (ed.), *International Energy Strategies,* Proceedings of the 1979 IAEE/RFF Conference, Oelgeschlager, Gunn & Hain, Publishers, Cambridge, Mass., 1980, p. 79.

Bielenstein, H. V., L. P. Chrismas, B. A. Latour et T. E. Tibbetts, *Coal Resources and Reserves of Canada,* ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa, Rapport ER 79-9, décembre 1979.

Bockris, J. O'M., *Energy Options: Real Economics and the Solar-Hydrogen System,* Halstead Press, John Wiley & Sons, Toronto, 1980.

Bolton, R. A. and B .C. Gregory, *Tokamak de Varennes National Facility, Executive Summary and Final Report,* Institut de recherche d'Hydro-Québec *et al.,* octobre 1980.

Brooks, David B., *Economic Impact of Low Energy Growth in Canada: An Initial Analysis*, Discussion Paper No. 26, Economic Council of Canada, Ottawa, December 1978.

Brooks, David B., *Zero Energy Growth for Canada*, McClelland and Stewart, Toronto, 1981.

Brown, T.D., *Coal Gasification and Liquefaction*, CANMET Report ERP/ERL 80-10 (OP), Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, February 1980.

Budiansky, Stephen, "Bioenergy: The Lesson of Wood Burning?", *Environmental Science & Technology*, Vol. 14, No. 7, July 1980, p. 769-771.

Cain, B., H.M. Saiyed and R.S. Preston, *Canadian Crude Petroleum Self Sufficiency in Alternative Domestic and International Pricing Environments*, Technical Background Documentation to the Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution (unpublished), Economic Council of Canada, Ottawa, November 1980.

Cain, B. and H.M. Saiyed, *An Exploration of Crude Petroleum Self-Sufficiency in Alternative Canadian Demand Environments*, Technical Background Documentation to the Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution (unpublished), Economic Council of Canada, Ottawa, January 1981.

Cameron, T.A. and S.L. Schwartz, "Sectoral Energy Demand in Canadian Manufacturing Industries", *Energy Economics*, Vol. 1, No. 2, April 1979, p. 112-179.

Canada, Bay of Fundy Tidal Power Review Board, *Reassessment of Fundy Tidal Power*, November 1977.

Canada, Department of Agriculture, *Farm-Scale Production and Use of Fuel Alcohol—Opportunities and Problems*, Ottawa, September 1980.

Canada, Department of Energy, Mines and Resources, *An Energy Policy for Canada: Phase 1*, Ottawa, 1973.

Canada, Department of Energy, Mines and Resources, *An Energy Strategy for Canada: Policies for Self-Reliance*, Ottawa, 1976.

Canada, Department of Energy, Mines and Resources, *Energy in Canada: An Overview*, Report Prepared for the 1978 Meeting of the International Executive Council of the World Energy Conference, Ottawa, 1978.

Canada, Department of Energy, Mines and Resources, *Background to a New Energy Strategy*, Ottawa, November 1979a.

Canada, Department of Energy, Mines and Resources, *Canadian Oil and Gas Supply/Demand Overview*, Energy Strategy Branch, Economic and Policy Analysis, Ottawa, November 1979b.

Canada, Department of Energy, Mines and Resources, *Electric Power in Canada 1979*, Electrical Branch, Energy Policy Sector, Ottawa, 1980a.

Canada, Department of Energy, Mines and Resources, *Energy Information Handbook*, Energy Information Division, Energy Policy Sector, Ottawa, 1980b.

Canada, Department of Energy, Mines and Resources, *List of Undeveloped Hydroelectric Power Sites in Canada*, Electrical Branch, Ottawa, July 1980c.

Canada, Department of Energy, Mines and Resources, *Renewable Energy in Remote Locations: Energy Demand and Resource Base*, Report ER80-10E, Ottawa, 1980d.

Canada, Department of Energy, Mines and Resources, *The National Energy Program 1980*, Ottawa, 28 October 1980e.

Canada, Department of Energy, Mines and Resources, untitled submission to the Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution, 25 June 1980f.

Canada, Department of Energy, Mines and Resources, *Uranium in Canada, 1979 Assessment of Supply and Requirements*, Report EP 80-3, Ottawa, September 1980g.

Canada, Department of the Environment, *Images of Canadian Futures: The Role of Conservation and Renewable Energy*, Ottawa, 1976.

Canada, Department of Finance, *The Effects of Higher Prices on Long-Run Growth*, November 1978.

Canada, National Energy Board, *Canadian Oil Supply and Requirements*, Ottawa, September 1978.

Canada, National Energy Board, *Submission by the National Energy Board to the Parliamentary Task Force on Alternative Energy and Oil Substitution*, Ottawa, December 1980.

Canada, National Research Council, *The Urgent Investment: A Long Range Plan for the National Research Council of Canada*, Ottawa, October 1980.

Canada, Statistics Canada, *Quarterly Report on Energy Supply-Demand in Canada*, Catalogue 57-003 (Quarterly), 1978-IV, Ottawa, February 1980.

Canada, Statistics Canada, *Refined Petroleum Products*, Catalogue 45-004 (Monthly), December 1980, Ottawa, March 1981.

Canadian Enerdata, *Canadian Energy Trends* (sample issue), Toronto, December 1980.

Canadian Petroleum Association, *Statistical Handbook*, Calgary, 1980.

Cane, R.L.D., *Residential Space Heating with the Heat Pump*, Report No. 125, Division of Building Research, National Research Council of Canada, Ottawa, January 1978.

Cane, R.L.D., *The Cost of Owning and Operating a Residential Heat Pump System in Canada*, Paper No. 905, Division of Building Research, National Research Council, Ottawa, April 1980.

Booz, Allen and Hamilton, Applied Research Division, "Introduction to the Analysis of Commercialization Conditions", for United States Energy Research and Development Administration, ERDA-76-99, 1976.

Brace Research Institute, *Annual Report,* Report Number M-39, Macdonald College of McGill University, 1978-1979.

Brin, A., *Océan et Énergie*, Editions Technip, Paris, 1979.

British Columbia, British Columbia Hydro and Power Authority, *Tidal Power in British Columbia,* juin 1979.

Brooks, David B., "Economic Impact of Low Energy Growth in Canada: An Initial Analysis", Conseil économique du Canada, Discussion Paper No. 26, décembre 1978.

Brooks, David B., Zero Energy Growth for Canada, Mc Clelland and Stewart, Toronto, 1981.

Brown, T. D., *Coal Gasification and Liquefaction,* CANMET Report ERP/ERL 80-10 (OD), ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa, février 1980.

Budiansky, Stephen, "Bioenergy: The Lesson of Wood Burning?", *Environmental Science & Technology,* Vol. 14, No. 7, juillet 1980, p. 769-771.

Cain, B. *et al., Canadian Crude Petroleum Self-Sufficiency in Alternative Domestic and International Pricing Environments,* Documentation technique pour le Comité spécial sur l'énergie de remplacement du pétrole (inédit), Conseil économique du Canada, Ottawa, novembre 1980.

Cain, B. and H. M. Saiyed, *An Exploration of Crude Petroleum Self-Sufficiency in Alternative Canadian Demand Environments*, Documentation technique pour le Comité spécial sur l'énergie de remplacement du pétrole (inédit), Conseil économique du Canada, Ottawa, janvier 1981.

Cameron, T. A. and S. L. Schwartz, "Sectoral Energy Demand in Canadian Manufacturing Industries", *Energy Economics*, avril 1979.

Canada, Bay of Fundy Tidal Power Review Board, *Reassessment of Fundy Tidal Power*, novembre 1977.

Canada, Conseil national de recherches, *The Urgent Investment: A Long Range Plan for the National Research Council of Canada,* Ottawa, octobre 1980.

Canada, ministère de l'Agriculture, *Farm-Scale Production and Use of Fuel Alcohol—Opportunities and Problems,* Ottawa, septembre 1980.

Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, *An Energy Policy for Canada: Phase I,* Ottawa, 1973.

Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, soumission sans titre présentée au Comité spécial sur l'énergie de remplacement du pétrole, 25 juin 1980f.

Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, *An Energy Strategy for Canada: Policies for Self-Reliance*, Ottawa, 1976.

Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, *Energy in Canada, an Overview*, Rapport préparé pour l'assemblée de 1978 du Conseil exécutif international de la Conférence mondiale sur l'énergie, Ottawa, 1978.

Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, *Background to a New Energy Strategy*, Ottawa, novembre 1979b.

Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, *Canadian Oil and Gas Supply/Demand Overview,* Energy Strategy Branch, Economic and Policy Analysis, Ottawa, novembre 1979b.

Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, *Energy Information Handbook,* Energy Information Division, Energy Policy Sector, Ottawa, 1980b.

Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, *List of Undeveloped Hydroelectric Power Sites in Canada,* Electrical Branch, Ottawa, juillet 1980c.

Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, *Renewable Energy in Remote Locations: Energy Demand and Resource Base,* Report ER80-10E, Ottawa, 1980d.

Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, *The National Energy Program 1980,* Ottawa, 28 octobre 1980e.

Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, *Electric Power in Canada 1979*, Direction de l'électricité, Secteur de l'énergie, Ottawa, 1980a.

Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, *Energy Information Handbook*, Division de l'information sur l'énergie, Secteur de l'énergie, Ottawa, 1980b.

Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, *Uranium in Canada, 1979 Assessment of Supply and Requirements*, Rapport EP 80-3, Ottawa, septembre 1980c.

Canada, ministère de l'Environnement, *Images of Canadian Futures: The Role of Conservation and Renewable Energy*, Ottawa, 1976.

Canada, ministère des Finances, "The Effects of Higher Prices on Long-Run Growth", un des exposés d'une série sur les questions économiques à moyen et à long terme, novembre 1978.

Canada, Office national de l'énergie, *Canadian Oil Supply and Requirements,* Ottawa, septembre 1978.

Chapman, Stephen, "Energy: The Myth of Independence", *Atlantic*, Vol. 247, January 198l, p. 11ff.

Chappell, M., *Canadian Wind Energy Research and Development*, Presentation to the Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution, 2 July 1980.

Ciriacy-Wantrup, S.V., *Resource Conservation: Economics and Policies*, 3rd ed., Agricultural Experimental Station, Division of Agricultural Sciences, University of California, 1968.

Clark, R.H., *Prospects for Tidal Power*, Paper prepared for the Conference on Long Term Energy Resources sponsored by the United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) at Montreal, 26 November-7 December 1979.

Conservation Commission of the World Energy Conference, *World Energy: Looking Ahead to 2020*, IPC Science and Technology Press, London, 1978.

"Conserving Energy can Damage Your Health", *The Economist*, Vol. 275, No. 7134, 24 May 1980, p. 109-110.

"Conversion Factors Used in Oil Industry", *Petroleum Economist*, Vol. XLVII, No. 3, March 1980, p. 140.

Cooper, Bryan (ed.), *OPEC Oil Report*, 2nd ed., Petroleum Economist, London, November 1979.

Crane, David, *A Dictionary of Canadian Economics*, Hurtig Publishers, Edmonton, 1980.

Cranstone, D.A., J.A. McIntosh and A. Azis, *Canadian Reserves of Copper, Nickel, Lead, Zinc, Molybdenum, Silver and Gold*, Mineral Bulletin MR 178, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, 1978.

Crowe, Bernard J., *Fuel Cells: A Survey*, Computer Sciences Corporation, prepared under contract to the National Aeronautics and Space Administration, U.S. Government Printing Office, Washington, 1973.

DAF Indal Limited, *Development, Installation and Testing of a Wind Turbine Diesel Hybrid*, prepared for the Ontario Ministry of Energy and the National Research Council, Mississauga, 1980.

Davis, M. and A. Colling, "District Heating and the Energy Policy of the European Community", in W.R.H. Orchard (Chairman), *Whole City Heating*, Construction Industry Conference Centre Ltd. Conference, 21-22 November 1979, London, p. 57.

Decker, Robert and Barbara Decker, "The Eruptions of Mount St. Helens", *Scientific American*, Vol. 244, No. 3, March 1981, p. 68-80.

DeGolyer and MacNaughton, *Twentieth Century Petroleum Statistics 1980*, Dallas, November 1980.

"District Heating in Canada", *Modern Power and Engineering*, Vol. 73, No. 11, November 1979, p. 35-46.

"District Heating in Canada", *Modern Power and Engineering*, Vol. 74, No. 11, November/December 1980, p. 39-41.

Douglas, Bob, "The Line that Government Wants", *Canadian Petroleum*, Vol. 22, No. 3, March 1981, p. 40-43.

Dunkerley, Joy, "Energy-Output Relationships: Implications for Energy Conservation", in Joy Dunkerley (ed.), *International Energy Strategies*, Proceedings of the 1979 IAEE/RFF Conference, Oelgeschlager, Gunn & Hain, Publishers, Cambridge, Mass., 1980, p. 71-77.

duPlessis, M.P., "Coal Conversion Research", *CIM Bulletin*, Vol. 74, No. 826, February 1981, p. 81-88.

Economic Council of Canada, *A Climate of Uncertainty*, Seventeenth Annual Review, Ottawa, 1980.

Ellison, Anthony P., *The Effects of Rising Energy Costs on Canadian Industries*, Canadian Energy Research Institute, Calgary, April 1979.

Farkas, G.S., *District Heating - North American Versus European Style*, Shawinigan Engineering Company Ltd., Montreal, April 1975.

Farkas, G.S., *District Heating*, Submission to the Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution, July 1980.

Fassbender, Linda L. and Clarence H. Bloomster, "Economics of Geothermal Fluid Transport", *Geothermal Energy Magazine*, Vol. 7, No. 8, August 1979, p. 28-29.

Fickett, Arnold P., "Fuel-Cell Power Plants", *Scientific American*, Vol. 239, December 1978, p. 70-76.

Friedenberg, W.B., *Energy in Canada: Review and Outlook to 1995*, Canadian Energy Research Institute, Calgary, July 1979.

Friedenberg, W.B. and A.J. Nixon, *Prospects for Reduced Oil Consumption in Canada*, Working Paper 80-4, Canadian Energy Research Institute, Calgary, May 1980.

Friedrich, F.D., *Coal Energy for Canada*, CANMET Report ERP/ERL 78-39 (OP), Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, April 1978.

Friedrich, F.D., *Fluidized Bed Combustion - An Emerging Technology*, CANMET Report 79-39, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, 1980a.

Friedrich, F.D., *R,D&D in Fluidized Bed Combustion: The Coal Program for FY 1980-81 and Beyond*, CANMET Report ERP/ERL 80-39 (OP), Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, April 1980b.

Gary, Margaret, Robert McAfee Jr. and Carol L. Wolf (eds.), *Glossary of Geology*, American Geological Institute, Washington, 1972.

Gerolde, Steven (ed.), *A Handbook of Universal Conversion Factors*, 2nd printing, The Petroleum Publishing Co., Tulsa, 1977.

Canada, Office national de l'énergie, *Submission by the National Energy Board to the Parliamentary Task Force on Alternative Energy and Oil Substitution,* Ottawa, décembre 1980.

Canada, Statistique Canada, *Quarterly Report on Energy Supply-demand in Canada,* catalogue 57-003 (trimestriel), Ottawa, divers numéros.

Canada, Statistique Canada, *Refined Petroleum Products,* Catalogue 45-004 (Monthly), décembre 1980, Ottawa, mars 1981.

Canadian Energy Trends (échantillon), Canadian Enerdata, Toronto, décembre 1980.

Canadian Petroleum Association, *Statistical Handbook,* Calgary, mis à jour.

Cane, R. L. D., *Residential Space Heating with the Heat Pump,* Rapport No. 125, Division des Recherches sur le Bâtiment, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, janvier 1978.

Cane, R. L. D., *The Cost of Owning and Operating a Residential Heat Pump System in Canada,* Paper No. 905, Division des Recherches sur le Bâtiment, Conseil national de recherches, Ottawa, avril 1980.

Chapman, Stephen, "Energy: The Myth of Independence", *Atlantic,* Vol. 247, janvier 1981, p. 11.

Chappell, M., *Canadian Wind Energy Research and Development,* présentation au comité spécial de l'énergie, juillet 1980.

Ciriacy-Wantrup, S. V., *Resource Conservation: Economics and Policies,* 3rd ed., Agricultural Experimental Station, Division of Agricultural Sciences, University of California, 1968.

Clark, R. H. "Prospects for Tidal Power", Paper prepared for the Conference on Long Term Energy Resources sponsored by the United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) à Montréal, 26 novembre-7 décembre 1979.

Conférence mondiale sur l'énergie 1980, Vols. 1-7, Munich, 8-12 septembre 1980.

Conférence mondiale sur l'énergie, commission de la conservation, *Looking Ahead to 2020,* IPC Science and Technology Press, London, 1978.

Conseil économique du Canada, *A Climate of Uncertainty,* Seventeeth Annual Review, Approvisionnements et Services, Hull, 1980.

"Conserving Energy can Damage Your Health", *The Economist,* 24 mai 1980.

"Conversion Factors Used in Oil Industry", *Petroleum Economist,* Vol. XLVII, No. 3, mars 1980, p. 140.

Cooper, Bryan (ed.), *OPEC Oil Report,* 2ème éd., Petroleum Economist, Londres, novembre 1979.

Crane, David, *A Dictionary of Canadian Economics,* Hurtig Publishers, Edmonton, 1980.

Cranstone, D. A., J. A. McIntosh and A. Azis, *Canadian Reserves of Copper, Nickel, Lead, Zinc, Molybdenum, Silver and Gold,* Mineral Bulletin MR 178, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa, 1978.

Crowe, Bernard J., *Fuel Cells: A Survey,* Computer Sciences Corporation, prepared under contract to the National Aeronautics and Space Administration, U.S. Government Printing Office, Washington, 1973.

DAF Indal Limited, *Development, installation and testing of a wind turbine diesel hybrid,* préparé pour le ministère de l'Énergie de l'Ontario et le Conseil national de recherches, Mississauga, 1980.

Davis, M. and A. Colling, "District Heating and the Energy Policy of the European Community", *in* W. R. H. Orchard (Chairman), *Whole City Heating,* Construction Industry Conference Centre Ltd. Conference, 21 et 22 novembre 1979, Londres, p. 57.

Decker, Robert and Barbara Decker, "The Eruptions of Mount St. Helens", *Scientific American,* Vol. 244, No. 3, mars 1981, p. 68-80.

DeGolyer and MacNaughton, *Twentieth Century Petroleum Statistics 1980,* Dallas, novembre 1980.

"District Heating in Canada", *Modern Power and Engineering,* Vol. 73, No. 11, novembre 1979, p. 35-46.

"District Heating in Canada", *Modern Power and Engineering,* Vol. 74, No. 11, novembre 1980, p. 39-41.

Douglas, Bob, "The Line the Government Wants", *Canadian Petroleum,* Vol. 22, No. 3, mars 1981, p. 40-43.

Dunkerley, Joy, "Energy Output Relationships: Implications for Energy Conservation", in Joy Dunkerley (ed.), *International Energy Strategies,* Proceedings of the 1979 IAEE/RFF Conference, Oelgeschlager, Gunn & Hain, Publishers, Cambridge, Mass., 1980, p. 71.

duPlessis, M. P., "Coal Conversion Research", *CIM Bulletin,* Vol. 74, No. 826, février 1981, p. 81-88.

Ellison, Anthony P., *The Effects of Rising Energy Costs on Canadian Industries,* Canadian Energy Research Institute, Calgary, avril 1979.

États-Unis, Bureau of Mines and Geological Survey, *Principles of a Resource/Reserve Classification for Minerals,* Geological Survey Circular 831, Arlington, Virginia, 1980.

États-Unis, Central Intelligence Agency, *International Energy Statistical Review,* 27 janvier 1981.

États-Unis, Council on Environmental Quality and Department of State, *The Global 2000 Report to the President: Entering the Twenty-First Century,* Vols. 1 & 2, U.S. Govt. Printing Office, Washington, 1980.

États-Unis, Department of Energy, *Environmental Development Plan for Solar Thermal Power Systems 1977,* Report No. DOE/EDP-0004, Washington, mars 1978.

Gibson, Edward G., *The Quiet Sun*, Scientific and Technical Information Office, National Aeronautics and Space Administration, U.S. Government Printing Office, Washington, 1973.

Gordon, Donald and Alan Longhurst, "The Environmental Aspects of a Tidal Power Project in the Upper Reaches of the Bay of Fundy", *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 10, February 1979, p. 38-45.

Gough, Bruce, *Passive Solar Heating in Canada: A Discussion Paper*, Report ER 79-6, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, 1980.

Gregory, D.P., "The Hydrogen Economy", *Scientific American*, Vol. 228, No. 1, January 1973, p. 13-21.

Gregory, D.P. and J.B. Pangborn, "Hydrogen Energy" in J.M. Hollander and M.K. Simmons (eds.), *Annual Review of Energy*, Vol. I, Annual Reviews Inc., California, 1976, p. 279-310.

Hand, A.J., "Blow Out Stale Air but Save the Heat", *Popular Science*, Vol. 217, No. 4, October 1980, p. 77ff.

Hanson, J.A. and J.D. Escher, "Toward the Renewables: A Natural Gas/ Solar Energy Transition Strategy", *Proceedings of 14th Intersociety Energy Conversion Engineering Conference*, Vol. I, Boston, 5-10 August 1979, p. 796-799.

Heap, R.D., *Heat Pumps*, Halsted, New York, 1979.

Hedlin, Menzies and Associates Ltd., *A Study of the Economic Implications of Optimal Building Insulation of District Central Heating Systems*, Research Report No. 7, Office of Energy Conservation, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, April 1976.

Henderson, Hazel, "Dissecting the Declining Productivity Flap", *Technological Forecasting and Social Change*, Doubleday, 1980.

Holdren, John P., "Fusion Energy in Context: Its Fitness for the Long Term", *Science*, Vol. 200, 14 April 1978, p. 168-180.

Holdren, John P., "Energy, Economy, Environment: Interactions and Choices", *Energy in America: Fifteen Views*, Proceedings of a conference sponsored by the Center for Study of the American Experience, University of Southern California, May 1979, p. 57-71.

Holdren, John P., Invited comments on energy from fusion made to the Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution (unpublished), 10 December 1980a.

Holdren, John P., "Renewables in the U.S. Energy Future: How Much, How Fast?" Report No. ERG-WP-80-13, Energy and Resources Group, University of California/Berkeley, prepared for the National Conference on Renewable Energy Technologies, Honolulu, Hawaii, 7-13 December 1980b.

Hollands, K.G.T. and J.F. Orgill, "Potential for Solar Heating in Canada", *University of Waterloo Research Institute*, February 1977.

"How Does a Solar Cell Work?", *Science Dimension*, Vol. I, No. 1, 1979, p. 12.

Hubbert, M. King, *U.S. Energy Resources, A Review as of 1972*, Background Paper prepared for the Committee on Interior and Insular Affairs, United States Senate, 93rd Congress, 2nd Session, Serial No. 93-40 (92-75), U.S. Government Printing Office, Washington, 1974.

Hudson, Edward A., "Economic Effects of Increased Penetration of Solar Energy", *The Energy Journal*, Vol. 1, No. 3, 1980, p. 97-111.

Hunt, John M., *Petroleum Geochemistry and Geology*, W.H. Freeman and Company, San Francisco, 1979.

International Atomic Energy Agency, *Urban District Heating Using Nuclear Heat*, Proceedings of an Advisory Group Meeting held in Vienna, 15-19 March 1976, 1977.

International Atomic Energy Agency, *Executive Summary, International Tokamak Reactor: Zero Phase*, Vienna, 1980.

International Energy Agency, *Annual Report on Energy Research, Development and Demonstration Activities of the IEA 1979-1980*, Organization for Economic Cooperation and Development, Paris, 1980a.

International Energy Agency, *Energy Research, Development and Demonstration in the IEA Countries, 1979 Review of National Programs*, Organization for Economic Co-operation and Development, Paris, 1980b.

James F. MacLaren Ltd., *A Study of the Potential Industrial Use of District Heating*, Report No. 8, Office of Energy Conservation, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, December 1976.

James, J.W., "Some Observations on District Heating in Europe", Report No. 75065, Design and Development Division, Ontario Hydro, Toronto, December 1975.

Jansson, B., S. Bjurström and S-A. Hultin, "Energy Conservation through Use of the Underground", Technical Papers, Vol. 1B, 11th World Energy Conference, 8-12 September 1980, Munich, p. 489-509.

Jessop, Alan, *Geothermal Energy from Sedimentary Basins*, Geothermal Series No. 8, Geothermal Service of Canada, Earth Physics Branch, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, 1976.

Jessop, Alan, "The Role of Non-Conventional Energy Resources: Geothermal", in *The Canadian Energy Situation in 1990 and Beyond*, Proceedings of the Canadian National Energy Forum, Canadian National Committee of the World Energy Conference, Halifax, 4-5 April 1977.

Joskow, Paul L. and Robert S. Pindyck, "Those Subsidized Energy Schemes", *Wall Street Journal*, Monday, 2 July 1979.

États-Unis, Department of Energy (Sponsors), *The Proceedings of the Sixth International Conference on Fluidized Bed Combustion*, Atlanta, Georgia, U.S. Department of Energy Report CONF-800428, 3 vol., 9-11 avril 1980a.

États-Unis, Department of Energy, *Fossil Energy Program, Summary Document*, Document No. DOE/FE-0006, Washington, mai 1980b.

États-Unis, Department of Energy, Magnetic Fusion Energy, Program Summary Document FY 1981, Document No. DOE/ER-0059, Office of Fusion Energy, Director of Energy Research, Washington, juin 1980c.

États-Unis, Department of Energy, *Passive Solar Progress*, Report No. DOE/CS/30046-01, Washington, octobre 1980c.

États-Unis, Department of Energy, *Report on the Department of Energy Magnetic Fusion Program*, Fusion Review Panel, Energy Research Advisory Board, août 1980d.

États-Unis, Environmental Protection Agency, *Environmental, Operational and Economic Aspects of Thirteen Selected Energy Technologies*, Report EPA-600/7-80-173, Washington, septembre 1980.

États-Unis, National Research Council, *Hydrogen as a Fuel*, Hydrogen Panel, Committee on Advanced Energy Storage Systems, National Academy of Sciences, Washington, 1979.

États-Unis, Office of Technology Assessment, *Energy from Biological Processes*, Vol. 1, U.S. Government Printing Office, Washington, juillet 1980a.

États-Unis, Office of Technology Assessment, *Energy from Biological Processes*, Vol. 2, U.S. Government Printing Office, Washington, septembre 1980b.

États-Unis, Senate Committee on Energy and Natural Resources, *The Geopolitics of Oil*, Staff Report, Publication 96-119, U.S. Government Printing Office, Washington, décembre 1980.

Farkas, G. S., *District Heating—North American Versus European Style*, Shawinigan Engineering Company Ltd., Montréal, avril 1975.

Farkas, G. S. *District Heating*, Présentation au Comité spécial sur l'énergie de remplacement du pétrole, juillet 1980.

Fassbender, Linda L. and Clarence H. Bloomster, "Economics of Geothermal Fluid Transport", *Geothermal Energy Magazine*, août 1979.

Fickett, Arnold P.,"Fuel-Cell Power Plants", *Scientific American*, Vol. 239, décembre 1978, p. 70-76.

Friedenberg, Brent W., *Energy in Canada: Review and Outlook to 1995*, Canadian Energy Research Institute, Calgary, juillet 1979.

Friedenberg, W. B. and A. J. Nixon, *Prospects for Reduced Oil Consumption in Canada*, Canadian Energy Research Institute, Working Paper 80-4, mai 1980.

Friedrich, F. D., *Coal Energy for Canada*, CANMET Report ERP/ERL 78-39 (OP), ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa, avril 1978.

Friedrich, F. D., *Fluidized Bed Combustion—An Emerging Technology*, CANMET Report 79-39, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa, 1980a.

Friedrich, F. D., *R,D&D in Fluidized Bed Combustion: The Coal Program for FY 1980-81 and Beyond*, CANMET Report ERP/ERL 80-39 (OP), ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa, avril 1980b.

Gary, Margaret, Robert McAfee Jr. and Carol L. Wolf (eds.), *Glossary of Geology*, American Geological Institute, Washington, 1972.

Gerolde, Steven (ed.), *A Handbook of Universal Conversion Factors*, 2nd printing, The Petroleum Publishing Co., Tulsa, 1977.

Gibson, Edward G., *The Quiet Sun*, Scientific and Technical Information Office, National Aeronautics and Space Administration, U.S. Government Printing Office, Washington, 1973.

Gordon, Donald and Alan Longhurst, "The Environmental Aspects of a Tidal Power Project in the Upper Reaches of the Bay of Fundy", *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 10, février 1979, p. 38-45.

Gough, Bruce, *Passive Solar Heating in Canada: A Discussion Paper*, Report ER 79-6, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa, 1980.

Gregory, D. P., "The Hydrogen Economy", *Scientific American*, Vol. 228, No. 1, janvier 1973, p. 17-21.

Gregory, D. P. and J. B. Pangborn, "Hydrogen Energy" in J. M. Hollander and M. K. Simmons (eds.), *Annual Review of Energy*, Vol. I, Annual Reviews Inc., Californie, 1976, p. 287.

Hand, A. J., "Blow Out Stale Air but Save Heat", *Popular Science*, Vol. 217, No. 4, octobre 1980, p. 77ff.

Hanson, J. A. and J. D. Escher, "Toward the Renewables: A Natural Gas/ Solar Energy Transition Strategy", *Proceedings of 14th Intersociety Energy Conversion Engineering Conference*, Boston, 5-10 août 1979, Vol. I, p. 796-799.

Heap, R. D., *Heat Pumps*, Halsted, New York, 1979.

Hedlin, Menzies and Associates Ltd., *A Study of the Economic Implications of Optimal Building Insulation of District Central Heating Systems*, Research Report No. 7, Bureau de la conservation de l'énergie, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa, avril 1976.

Henderson, Hazel, "Dissecting the Declining Productivity Flap", *Technological Forecasting and Social Change*, Doubleday, 1980.

Holdren, John P., "Fusion Energy in Context: Its Fitness for the Long Term", *Science*, Vol. 200, 14 avril 1978, p. 168-180 (nouveau tirage).

Kelley, J.H. and R. Hagler, "Storage, Transmission and Distribution of Hydrogen", *Hydrogen Energy System - Proceedings of 2nd World Hydrogen Energy Conference*, Vol. 1, Zurich, Switzerland, 21-24 August 1978, p. 26.

Kellogg, W.W., "Is Mankind Warming the Earth?", *Bulletin of the Atomic Scientists*, Vol. 32, No. 2, February 1978, p. 10-19.

Kelly, J.F., *Coal Liquefaction - A Technical Perspective*, CANMET Report ERP/ERL 80-67 (R), Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, February 1980.

Kelly, J.F., "Coal Liquefaction in Canada - the CANMET Program", *CIM Bulletin*, Vol. 74, No. 826, February 1981, p. 72-80.

Kempling, J.C., "Upgrading Heavy Crude", Imperial Oil Research and Development Symposium, Sarnia, Ontario, 17 September 1980.

Kernan, G. and J. Brady, "Economic Evaluation of Heat Pumps", *Energy Research*, Vol. I, 1977, p. 115-125.

Kestin, Joseph (ed.-in-chief), *Sourcebook on the Production of Electricity from Geothermal Energy*, prepared under contract to the U.S. Department of Energy, Division of Geothermal Energy, U.S. Government Printing Office, Washington, March 1980.

Killian, H.J., G.L. Dugger and J. Grey (eds.), *Solar Energy for Earth*, American Institute of Aeronautics and Astronautics, New York, 21 April 1975.

Knight, H.G., J.D. Daniel and R.E. Stein (eds.), *Ocean Thermal Energy Conversion: Legal, Political & Institutional Aspects*, Lexington Books, Mass., 1977.

Kovarik, T., C. Pipher and J. Hurst, *Wind Energy*, Domus Books, Northbrook, Illinois, 1979.

Kral, Paul, "Energy and Economic Development: A Close Look at Inter-Country Comparisons", *Natural Resources Forum*, No. 4, 1980, p. 239-257.

Kusuda, T. (ed.), "Underground Heat and Chilled Water Distribution Systems", *Proceedings of a Symposium on Underground Heat and Chilled Water Distribution Systems*, 26-27 November 1973, U.S. Department of Commerce, Washington, D.C., May 1975.

"Laser Fusion", *Energy and Technology Review*, Lawrence Livermore Laboratory, University of California/Livermore, August 1977.

Laser Fusion, Book Two, Lawrence Livermore National Laboratory, University of California/Livermore, May 1980.

Law, Charles, "Hydrogen Supply May Not Meet Demand", *Canadian Petroleum*, Vol. 22, No. 3, March 1981, p. 61-63.

Lecomber, Richard, *The Economics of Natural Resources*, John Wiley & Sons, New York, 1979.

Lee, G.K., F.D. Friedrich, H. Whaley and I.C.G. Ogle, "An Overview of Coal Activities at the Canadian Combustion Research Laboratory" (Synopsis), *CIM Bulletin*, Vol. 73, No. 822, October 1980, p. 62-64.

Lee, W., J. Mazuik, V.W. Weekman, Jr. and S. Yurchak, "Catalytic Conversion of Alcohols to Gasoline by the Mobil Process", in *Energy from Biomass and Wastes IV*, Symposium held under the auspices of the Institute of Gas Technology, Lake Buena Vista, Florida, 21-25 January 1980, p. 721-745.

Leeds, Michael W. and Jill Evensizer, *A Market Survey of Geothermal Wellhead Power Generation Systems — Final Report, March 1979*, Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, prepared under contract to the U.S. Department of Energy, U.S. Government Printing Office, Washington, April 1979.

Leigh, J., A. Cohen, W. Jacobsen and R. Trehan, *Site Specific Analysis of Geothermal Development, Volume 1 — Summary Report*, MITRE Corporation, prepared under contract to the U.S. Department of Energy, U.S. Government Printing Office, Washington, February 1979.

LeRoy, R.L., "Hydrogen in Canada's Energy Future", *Metallurgical Society of the Canadian Institute of Mining and Metallurgy: Annual Volume*, 1978, p. 1-10.

Leslie, J.R., "Heat Pumps", *The Nuclear Option for Canada; The Renewable Energy Resources*, Report ER-77-2, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, 1977, p. 75-80.

Lindström, O., T. Nilsson, M. Bursell, C. Hörnell, G. Karlsson, C. Sylwan and B. Ahgren, "Utility Fuel Cells for Biomass Fuels", *Proceedings of the 14th Intersociety Energy Conversion Engineering Conference*, Boston, 5-10 August 1979, p. 1178-1184.

Love, Peter and Ralph Overend, *Tree Power: An Assessment of Forest Biomass in Canada*, Renewable Energy Resources Branch, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, 1978.

Lovins, Amory B., *World Energy Strategies: Facts, Issues, and Options*, Harper & Row, New York, 1980 (reprinted).

Lucas, N.J.D. (ed.), *Local Energy Centres*, Applied Science Publishers Ltd., London, 1978.

Lunin, G., A.E. Silva and J.M. Denis, "The CANMET Hydrocracking Process: Upgrading of Cold Lake Heavy Oil", *Chemistry in Canada*, Vol. 33, No. 3, March 1981, p. 17-21.

Lynch, F.E. and E. Snaps, "The Role of Metal Hydrides in Hydrogen Storage and Utilization", *Hydrogen Energy Systems - Proceedings of 2nd World Hydrogen Energy Conference*, Vol. 3, Zurich, Switzerland, 21-24 August 1978.

Mackenzie-Kennedy, C., *District Heating — Thermal Generation and Distribution*, Pergamon Press, Willowdale, 1979.

Holdren, John P., "Energy, Economy, Environment: Interactions and Choices", *Energy in America: Fifteen Views*, Proceedings of a conference sponsored by the Center for Study of the American Experience, University of Southern California, mai 1979, p. 57-71 (nouveau tirage).

Holdren, John P., Commentaires sur l'énergie de la fusion faits au Comité spécial sur l'énergie de remplacement du pétrole, 10 décembre 1980a.

Holdren, John P., «Renewables in the U.S. Energy Future: How Much, How Fast?» Report No. ERG-WP-80-13, Energy and Resources Group, University of California/Berkeley, préparé pour la National Conference on Renewable Energy Technologies, Honolulu, Hawaii, 7-13 décembre 1980b.

Hollands, K. G. T. and J. F. Orgill, "Potential for Solar Heating in Canada", *University of Waterloo Research Institute*, février 1977.

«How Does a Solar Cell Work?», *Science Dimension*, Vol. II, No. 1, 1979, p. 12.

Hubbert, M. King, *U.S. Energy Resources, A Review as of 1972*, a Background Paper prepared for the Committee on Interior and Insular Affairs, United States Senate, 93rd Congress, 2nd Session, Serial No. 93-40 (92-75), U.S. Government Printing Office, Washington, 1974.

Hudson, Edward A., "Economic Effects of Increased Penetration of Solar Energy», *The Energy Journal*, Vol. 1, No. 3, 1980.

Hunt, John M., *Petroleum Geochemistry and Geology* W.H. Freeman and Company, San Francisco, 1979.

Hydrogen as a Fuel, Committee on Advanced Energy Storage Systems, Energy Engineering Board, Assembly of Engineering, National Research Council, National Academy of Sciences, Washington, D.C., 1979.

James F. MacLaren Ltd., *A Study of the Potential Industrial Use of District Heating,* Report No. 8, Bureau de la conservation d'énergie, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa, décembre 1976.

James, J. W., "Some Observation on District Heating in Europe", Report No. 75065, Design and Development Division, Ontario Hydro, Toronto, décembre 1975.

Jansson, B. *et al.*, "Energy Conservation through Use of the Underground", Technical Papers, Vol. 1B, 11e Conférence mondiale sur l'énergie, 8-12 septembre 1980, Munich, p. 489-509.

Jessop, Alan, *Geothermal Energy from Sedimentary Basins,* Geothermal Series No. 8, Service de géothermie, Direction de la physique du globe, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa, 1976.

Jessop, Alan, "The Role of Non-Conventional Energy Resources: Geothermal", in *The Canadian Energy Situation in 1990 and Beyond*, Proceedings of the Canadian National Energy Forum, Canadian National Committee of the World Energy Conference, Halifax, 4-5 avril 1977.

Joskow, Paul L. and Robert S. Pindyck, "Those Subsidized Energy Schemes", *Wall Street Journal*, lundi, 2 juillet 1979.

Kelley, J. J. and R. Hagler, "Storage, Transmission and Distribution of Hydrogen", *Hydrogen Energy System-Proceedings of 2nd World Hydrogen Energy Conference,* Vol. 1, Zurich, Switzerland, 21-24 août 1978, p. 26.

Kellogg, W. W., "Is Mankind Warming the Earth?", *Bulletin of the Atomic Scientists,* Vol. 32, No. 2, février 1978, p. 10-19.

Kelly, J. H. and R. Hagler, "Storage, Transmission and Distribution of Hydrogen", *Hydrogen Energy System — Proceedings of 2nd World Hydrogen Energy Conference*, Zurich, Suisse, 21-24 août 1978, Vol. 1, p. 26.

Kelly, J. F., *Coal Liquefaction — A Technical Perspective*, CANMET Report ERP/ERL 80-67 (R), ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa, février 1980.

Kelly, J. F., "Coal Liquefaction in Canada — the CANMET Program", *CIM Bulletin*, Vol. 74, No. 826, février 1981, p. 72-80.

Kempling, J. C., "Upgrading Heavy Crude", Imperial Oil Research & Development Symposium, Sarnia, Ontario, 17 septembre 1980.

Kernan, G. and J. Brady, "Economic Evaluation of Heat Pumps", *Energy Research*, Vol. 1, 1977, p. 115-125.

Kestin, Joseph (ed.-in-chief), *Sourcebook on the Production of Electricity from Geothermal Energy*, préparé sous contrat pour le U.S. Department of Energy, Division of Geothermal Energy, U.S. Government Printing Office, Washington, mars 1980.

Killian, H. J., G. L. Dugger, and J. Grey (eds.), *Solar Energy for Earth,* American Institute of Aeronautics and Astronautics, 21 avril 1975, New York.

Knight, H. G., J. D. Daniel and R. E. Stein (eds.), *Ocean Thermal Energy Conversion: Legal, Political & Institutional Aspects,* Lexington Books, Mass., 1977.

Kovarik, T., C. Pipher and J. Hurst, *Wind Energy*, Domus Books, Northbrook, Illinois, 1979.

Kral, Paul, "Energy and Economic Development: A Close Look at Inter-Country Comparisons", *Natural Resources Forum*, No. 4, 1980, p. 239-257.

Kusuda, T. (ed.), *Underground Heat and Chilled Water Distribution Systems,* Proceedings of a Symposium and Underground Heat and Chilled Water Distribution Systems held 26-27 November 1973, U.S. Department of Commerce, Washington, D.C., mai 1975.

Maniscalco, J., J. Blink, R. Buntzen, J. Hovingh, W. Meier, M. Monsler and P. Walker, *Civilian Applications of Laser Fusion*, Lawrence Livermore Laboratory, University of California/Livermore, 14 August 1978.

Mathers, David E., "Methanol, the Other Alcohol; Its Production and Use", in *Proceedings—CANPAC '80*, the First Canadian National Power Alcohol Conference 1980, Winnipeg, 19-20 June 1980, p. XXII-1—XXII-11.

McPherson, Beth, *Hot Water from the Sun - A Consumer Guide to Solar Water Heating*, United States Department of Housing and Urban Development and the Department of Energy, Washington (undated).

Middleton Associates, *Report to the House of Commons Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution* (unpublished), Toronto, November 1980.

MLM Ground-Water Engineering, *Applicability of Ground-Water Source Heat Pumps in Western Canada*, prepared for the National Research Council, Division of Building Research, Ottawa, July 1979.

Montreal Engineering Company, *Coal-Oil Combustion Study*, Final Report CEA 77-56, Canadian Electrical Association, 1979.

Munn, R.E., D. Mackay and M. Havas, *Atmospheric and Related Impacts of Coal Utilization*, paper prepared for UNEP/Beijer Institute Workshop on Environmental Implications and Strategies for Expanded Coal Utilization, Moscow, 6-10 October 1980.

Nemetz, Peter (ed.), *Energy Policy: The Global Challenge*, Institute for Research on Public Policy, Toronto, 1979.

"NS Power Orders Straflo Turbine for Annapolis Tidal Power Project", *Modern Power and Engineering*, Vol. 74, No. 8, August 1980, p. 28-29.

Orchard, W.R.H. (Chairman), *Whole City Heating*, Construction Industry Conference Centre Ltd., London, 21-22 November 1979.

Otte, Carel, "Developing Our Geothermal Energy", *Engineering and Science*, California Institute of Technology, March-April 1979.

Parkin, J.H., "Wallace Rupert Turnbull, 1870-1954, Canadian Pioneer of Scientific Aviation", *Canadian Aeronautical Journal*, Vol. 2, No. 2, February 1956, p. 1-48.

Particle-Beam Fusion Research Facilities at Sandia National Laboratories, Sandia National Laboratories, Albuquerque, New Mexico, July 1980.

Patterson, J.N., *The Future Role of Hydrogen Fuel in an Electrical Society*, UTIAS Report #241, University of Toronto Institute of Aerospace Studies, Toronto, 1979.

"Peat Facts", preface to *Preliminary Release of the Newfoundland and Labrador Peat Resources Seminar*, Memorial University, St. John's, 21-22 September 1977.

Pedde, Lawrence D., Warren E. Foote, LeRoy F. Scott, Danny L. King and Dave L. McGalliard, *Metric Manual*, Bureau of Reclamation, U.S. Department of the Interior, U.S. Government Printing Office, Washington, 1978.

Pindyck, Robert S., "Higher Energy Prices and Economic Growth", in Joy Dunkerley (ed.), *International Energy Strategies*, Proceedings of the 1979 IAEE/RFF Conference, Oelgeschlager, Gunn & Hain, Publishers, Cambridge, Mass., 1980, p. 113-117.

Post, R.F. and J.L. Emmett, *Fusion Power Research in Canada - Some Comments*, submission to the Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution, 10 December 1980.

Powrie, T.L., *Energy Policy and the Balance of Payments: An Outline of the Issues*, Study No. 6, Canadian Energy Research Institute, Calgary, July 1979.

Press, Frank and Raymond Siever, *Earth*, 1st and 2nd eds., W.H. Freeman and Company, San Francisco, 1974 and 1978.

Princeton Plasma Physics Laboratory, *Annual Report*, Report No. PPPL-Q-36, Princeton University, Princeton, New Jersey, January 1980.

"Producing Fuel With Sunbeams", *Newsweek*, 14 January 1980, p. 56-57.

Ramain, P., "District Heating and Economic Analysis - the French Case", *Energy Economics*, Vol. 2, No. 3, July 1980, p. 154-160.

Ranney, M.W., *Oil Shale and Tar Sands Technology - Recent Developments*, Noyes Data Corporation, Park Ridge, N.J., 1979.

Reardon, P.J., *Presentation to the Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution*, Princeton University Plasma Physics Laboratory, Princeton, New Jersey, 2 October 1980.

Reed, Tom and Becky Bryant, *Densified Biomass: A new Form of Solid Fuel*, Solar Energy Research Institute, Golden, Colorado, July 1978.

Reilly, J.J. and G.D. Sandrock, "Hydrogen Storage in Metal Hydrides", *Scientific American*, Vol. 242, No. 2, February 1980, p. 118-129.

"Review and Forecast 1981", *Oilweek*, Vol. 32, No. 1, 9 February 1981.

Riva, Joseph P. Jr. and James E. Mielke, *Energy from Geothermal Resources*, 2nd ed., Congressional Research Service, Library of Congress, prepared for the Committee on Science and Technology, U.S. House of Representatives, 95th Congress, 2nd Session, Washington, June 1978.

"Laser Fusion", *Energy and Technology Review,* Lawrence Livermore Laboratory, University of California/Livermore, août 1977.

Laser Fusion, Book Two, Lawrence Livermore National Laboratory, University of California/Livermore, mai 1980.

Law, Charles, "Hydrogen Supply May Not Meet Demand", *Canadian Petroleum,* Vol. 22, No. 3, mars 1981, p. 61-63.

Lecomber, Richard, *The Economics of Natural Resources,* John Wiley & Sons, New York, 1979.

Lee, G. K. *et al.,* "An Overview of Coal Activities at the Canadian Combustion Research Laboratory", *CIM Bulletin,* Vol. 73, No. 822, octobre 1980, p. 62-64.

Lee, W., J. Mazuik, V. W. Weekman, Jr. and S. Yurchak, "Catalytic Conversion of Alcohols to Gasoline by the Mobil Process", in *Energy from Biomass and Wastes IV,* Symposium held under the auspices of the Institute of Gas Technology, Lake Buena Vista, Florida, 21-25 janvier 1980, p. 721-745.

Leeds, Michael W. and Jill Evensizer, *A Market Survey of Geothermal Wellhead Power Generation Systems—Final Report, March 1979,* Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, préparé sous contrat pour U.S. Department of Energy, U.S. Government Printing Office, Washington, avril 1979.

Leigh, J. *et al., Site Specific Analysis of Geothermal Development,* Volume 1—Summary Report, MITRE Corporation, préparé sous contrat pour le U.S. Department of Energy, U.S. Government Printing Office, Washington, février 1979.

Le Roy, R. L., "Hydrogen in Canada's Energy Future", *Metallurgical Society of the Canadian Institute of Mining and Metallurgy: Annual Volume, 1978,* p. 1-10.

Leslie, J. R., "Heat Pumps", *The Nuclear Option for Canada, The Renewable Energy Resources,* ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Rapport ER-77-2, Ottawa, 1977, p. 75-80.

Lindström, O., T. Nilsson, M. Bursell, C. Hörnell, G. Karlsson, C. Sylwan and B. Ahgren, "Utility Fuel Cells for Biomass Fuels", *Proceedings of the 14th Intersociety Energy Conversion Engineering Conference,* Boston, 5-10 août 1979, p. 1178-1184.

Love, Peter and Ralph Overend, *Tree Power: An Assessment of Forest Biomass in Canada,* Direction des énergies renouvelables, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa, 1978.

Lovins, Amory B., *World Energy Strategies: Facts, Issues, and Options,* Harper & Row, New York, 1980 (nouveau tirage).

Lucas, N. J. D. (ed.), *Local Energy Centres,* Applied Science Publishers Ltd., Londres, 1978.

Lunin, G. *et al.,* "The CANMET Hydrocracking Process: Upgrading of Cold Lade Heavy Oil", *Chemistry in Canada,* Vol. 33, No. 3, mars 1981, p. 17-21.

Lynch, F. E. and E. Snaps, "The Role of Metal Hydrides in Hydrogen Storage and Utilization", *Hydrogen Energy Systems—Proceedings of 2nd World Hydrogen Energy Conference,* Vol. 3, Zurich, Suisse 21-24 août 1978, Vol. 3, p. 1480.

Mackenzie-Kennedy, C., *District Heating—Thermal Generation and Distribution,* Pergamon Press, Willowdale, 1979.

Maniscalco, J. *et al., Civilian Applications of Laser Fusion,* Lawrence Livermore Laboratory, University of California/Livermore, 14 août 1978.

Mathers, David E., "Methanol, the Other Alcohol; Its Production and Use", in *Proceedings—CANPAC '80,* the First Canadian National Power Alcohol Conference 1980, Winnipeg, 19-20 juin 1980, p. XXII-1—XXII-11.

McPherson, Beth, *Hot Water from the Sun—A Consumer Guide to Solar Water Heating,* United States Department of Housing and Urban Development and the Department of Energy, Washington, D.C.

Middleton Associates, *Report to the House of Commons Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution* (inédit), Toronto, novembre 1980.

MLM Ground-Water Engineering, *Applicability of Ground-Water Source Heat Pumps in Western Canada,* préparé pour le Conseil national de recherches, Division des Recherches sur le Bâtiment, Ottawa, juillet 1979.

Montreal Engineering Company, *Coal-Oil Combustion Study,* Final Report CEA 77-56, Association canadienne de l'électricité, 1979.

Munn, R. E., D. Mackay and M. Havas, *Atmospheric and Related Impacts of Coal Utilization,* paper prepared for UNEP/Beijer Institute Workshop on Environmental Implications and Strategies for Expanded Coal Utilization, Moscow, 6-10 octobre 1980.

Nations-Unies, Département des affaires économiques et sociales internationales, *World Energy Supplies,* Statistical Papers, Series J, divers numéros.

Nations-Unies, Programme de l'environnement, *The Environmental Impacts of Productions and Use of Energy,* Energy Report Series ERS-7-80, Nairobi, août 1980.

Nemetz, Peter (ed.), *Energy Policy: The Global Challenge,* Institut de Recherches politiques, Toronto, 1979.

"NS Power orders Straflo turbine for Annapolis tidal power project", *Modern Power and Engineering,* août 1980, p. 28-29.

Orchard, W. R. H. (Chairman), *Whole City Heating,* Construction Industry Conference Centre Ltd., Conférence tenue les 21 et 22 novembre 1979, Londres.

Otte, Carel, "Developing Our Geothermal Energy", *Engineering and Science,* California Institute of Technology, mars-april 1979.

Rosenberg, Nathan, "Historical Relations Between Energy and Economic Growth", in Joy Dunkerley (ed.), *International Energy Strategies*, Proceedings of the 1979 IAEE/RFF Conference, Oelgeschlager, Gunn & Hain, Publishers, Cambridge, Mass., 1980, p. 55-70.

Sandori, P., "Heat Pumps in Residential Buildings", *Canadian Architect*, Vol. 23, September 1978, p. 51-53.

Sassin, Wolfgang, "Energy", *Scientific American*, Vol. 243, No. 3, September 1980, p. 118ff.

Scotia Liquicoal Limited, *Brief Presented by Scotia Liquicoal Limited to the Senate* (Sic) *Special Committee on Alternate Energy and Oil Substitution*, Halifax, Nova Scotia, 15 September 1980.

Scott, Anthony, *Natural Resources, The Economics of Conservation*, McClelland and Stewart, Toronto, 1973.

Selected Articles on Magnetic Fusion Energy from Energy & Technology Review, Lawrence Livermore Laboratory, University of California/Livermore, 1979.

Sewell, W.R.D., *A Report on the International Symposium on Non-Technical Obstacles to the Use of Solar Energy, 20-22 May 1980*, prepared for the Conservation and Renewable Energy Branch, Department of Energy, Mines and Resources, 10 June 1980.

Shick, W.L. and Jones, R.A., "The Illinois Lo-Cal House", *Council Notes*, Vol. 1, No. 4, Small Homes Building Research Council, University of Illinois/Urbana-Champaign, March 1976.

Sivard, Ruth Leger, *World Energy Survey*, World Priorities, Inc., Leesburg, Virginia, 1979.

Slagorsky, Z. Charles, *Energy Use in Canada in Comparison with Other Countries*, Study No. 8, Canadian Energy Research Institute, Calgary, October 1979.

Slesser, Malcolm, *Energy in the Economy*, St. Martin's Press, New York, 1978.

Smith, Auld and Associates Ltd., *Some Administrative and Jurisdictional Aspects of District Heating*, Research Report No. 11, Office of Energy Conservation, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, December 1976.

Solartech Limited, *Evacuated Tube Collectors*, Mississauga, Ontario (undated).

Solar Technology Today, Electric Power Research Institute, Palo Alto, California, March 1980.

Sorenson, Jean, "Which Way to Vancouver Island", *Canadian Petroleum*, Vol. 22, No. 3, March 1981, p. 34ff.

Souther, J.G., "Geothermal Potential of Western Canada", in *Proceedings of the Second United Nations Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources*, Volume 1, San Francisco, 20-29 May 1975.

Steward, F.R., "Energy Consumption in Canada since Confederation", *Energy Policy*, Vol. 6, No. 3, September 1978, p. 239-245.

Stobaugh, Robert and Daniel Yergin (eds.), *Energy Future: Report of the Energy Project of the Harvard Business School*, Random House, New York, 1979.

Stock, Francine, "Geothermal prospects", *Petroleum Economist*, February 1981, p. 66-68.

Stricker, S., *The Role of Heat Pumps in a Changing Energy Supply and Cost Save*, Ontario Hydro Research Division, Toronto, presentation to the Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution, 29 July 1980.

Swiss, M., "Coal Liquefaction - A Look at Recent Work", *Mining Magazine*, February 1980, p. 159-165.

Taylor, G.W., *Liquid Fuels from Canadian Coals*, CANMET Report 79-13, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, June 1979.

"The Aluminum-Air Battery for Electric Vehicles: An Update", *Energy and Technology Review*, November 1980, p. 1-10.

The Mirror Fusion Test Facility, Lawrence Livermore Laboratory, University of California/Livermore, December 1978.

"The New Glow in Solar Electricity", *Dun's Review*, Vol. 116, No. 5, November 1980, p. 90ff.

"The Nova Laser Fusion Facility", *Energy and Technology Review*, Lawrence Livermore National Laboratory, December 1980, p. 1-14.

The Princeton University Plasma Physics Laboratory: An Overview, Plasma Physics Laboratory, Princeton University, Princeton, New Jersey, October 1979.

The Rance's Tidal Power Station, Electricité de France (undated).

"The Sun on a Semiconductor", *ERPI Journal*, Electric Power Research Institute, Palo Alto, California, March, 1978, p. 20-25.

Thurow, Lester C., *The Zero-sum Society*, Basic Books Inc., New York, 1980.

"Tide turns for Chinese power", *New Scientist*, Vol. 89, No. 1236, 15 January 1981, p. 148.

TransCanada PipeLines, *Annual Report, 1978*.

United Nations, Department of International Economic and Social Affairs, *World Energy Supplies*, Statistical Papers, Series J, No. 22.

United Nations, Environment Programme, *The Environmental Impacts of Production and Use of Energy*, Energy Report Series ERS-7-80, Nairobi, August 1980.

United States, Bureau of Mines and Geological Survey, *Principles of a Resource/Reserve Classification for Minerals*, Geological Survey Circular 831, Arlington, Virginia, 1980.

Parkin, J. H., "Wallace Rupert Turnbull, 1870-1954, Canadian Pioneer of Scientific Aviation", *Canadian Aeronautical Journal,* Vol. 2, No. 2, février 1956, p. 45.

Particle-Beam Fusion Research Facilities at Sandia National Laboratories, Sandia National Laboratories, Albuquerque, Nouveau-Mexique, juillet 1980.

Patterson, J. N., "The Future Role of Hydrogen Fuel in an Electrical Society", University of Toronto Institute of Aerospace Studies, UTIAS Report #241, Toronto, 1979.

"Peat Facts", preface to *Preliminary Release of the Newfoundland and Labrador Peat Ressources Seminar,* Memorial University, Saint-Jean, 21-22 septembre 1977.

Pedde, Lawrence D. *et al., Metric Manual,* Bureau of Reclamation, U.S. Department of the Interior, U.S. Government Printing Office, Washington, 1978.

Pindyck, Robert S., "Higher Energy Prices and Economic Growth", in Joy Dunkerley (ed.), *International Energy Strategies,* Proceedings of the 1979 IAEE/RFF Conference, Oelgeschlager, Gunn & Hain, Publishers, Cambridge, Mass., 1980, p. 113.

Post, R. F. and J. L. Emmett, "Fusion Power Research in Canada—Some Comments", présentation au Comité spécial sur l'énergie de remplacement du pétrole, 10 décembre 1980.

Powrie, T. L., *Energy Policy and the Balance of Payments: An Outline of the Issues,* Canadian Energy Research Institute, Study No. 6, Calgary, juillet 1979.

Press, Frank and Raymond Siever, *Earth,* 1st and 2nd eds., W. H. Freeman and Company, San Francisco, 1974 et 1978.

Princeton Plasma Physics Laboratory, *Annual Report,* Report No. PPPL-Q-36, Princeton University, Princeton, New Jersey, janvier 1980.

"Producing Fuel With Sunbeams", *Newsweek,* 14 janvier 1980, p. 56-57.

Proske, C., "Energy Conservation by Elastic Storage in Kangaroos", *Endeavour,* Vol. 4, No. 4 (New Series), 1980, p. 148-153.

Ramain, P., "District Heating and Economic Analysis—the French Case", *Energy Economics,* juillet 1980, p. 154-160.

Ranney, M. W., *Oil Shale and Tar Sands Technology—Recent Developments,* Noyes Date Corporation, Park Ridge, N.J., 1979.

Reardon, P. J., "Presentation to the Special Committee on Alternative Energy and Oil Substitution", Princeton University Plasma Physics Laboratory, Princeton, New Jersey, 2 octobre 1980.

Reed, Tom and Becky Bryant, *Densified Biomass: A New Form of Solid Fuel,* Solar Energy Research Institute, Golden, Colorado, juillet 1978.

Reilly, J. J. and G. D. Sandrock, "Hydrogen Storage in Metal Hydrides", *Scientific American,* Vol. 242, No. 2, février 1980, p. 118-129.

"Review and Forecast 1981", *Oilweek,* Vol. 32, No. 1, 9 février 1981.

Riva Joseph P. Jr. and James F. Mielke, *Energy from Geothermal Resources,* 2nd ed., prepared for the Committee on Science and Technology, U.S. House of Representatives, 95th Congress, 2nd Session, by the Congressional Research Service, Library of Congress, Washington, juin 1978.

Rosenberg, Nathan, "Historical Relations Between Energy and Economic Growth", in Joy Dunkerley (ed.), *International Energy Strategies,* Proceedings of the 1979 IAEE/RFF Conference, Oelgeschlager, Gunn & Hain, Publishers, Cambridge, Mass., 1980, p. 55.

Sandori, P., "Heat Pumps in Residential Buildings", *Canadian Architect,* Vol. 23, septembre 1978, p. 51-53.

Sassin, Wolfgang, "Energy", *Scientific American,* Vol. 243, No. 3, septembre 1980, p. 118-122, 127-132.

Scotia Liquicoal Limited, *Brief Presented by Scotia Liquicoal Limited to the Senate (sic). Special Committee on Alternate Energy and Oil Substitution,* Halifax, Nouvelle-Écosse, 15 septembre 1980.

Scott, Anthony, *Natural Resources, The Economics of Conservation,* McClelland and Stewart, Toronto, 1973.

Selected Articles on Magnetic Fusion Energy from Energy & Technology Review, Lawrence Livermore Laboratory, University of California/Livermore, 1979.

Sewell, W. R. D., *A Report on the International Symposium on Non-Technical Obstacles to the Use of Solar Energy, 20-22 May 1980,* préparé pour le Bureau de la conservation et des énergies renouvelables, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, 10 juin 1980.

Shick, W. L. and Jones, R. A., "The Illinois Lo-Cal House", *Council Notes,* Small Homes Building Research Council, University of Illinois at Urbana-Champaign, Vol. 1, No. 4, mars 1976 (cité dans Gough, 1980).

Sivard, Ruth Leger, *World Energy Survey,* World Priorities, Inc., Leesburg, Virginia, 1979.

Slagorsky, Z. Charles; *Energy Use in Canada in Comparison with Other Countries,* Study No. 8, Canadian Energy Research Institute, Calgary, octobre 1979.

Slesser, Malcolm, *Energy in the Economy,* St. Martin's Press, New York, 1978.

Smith, Auld and Associates Ltd., *Some Administrative and Jurisdictional Aspects of District Heating,* Bureau de la conservation de l'énergie, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa, Rapport de recherche No. 11, décembre 1976.

United States, Central Intelligence Agency, *International Energy Statistical Review*, 24 February 1981.

United States, Council on Environmental Quality and Department of State, *The Global 2000 Report to the President: Entering the Twenty-First Century*, Vols. 1 & 2, U.S. Government Printing Office, Washington, 1980.

United States, Department of Energy, *Environmental Development Plan, Solar Thermal Power Systems 1977*, Report No. DOE/EDP-0004, Washington, March 1978.

United States, Department of Energy, *Fossil Energy Program, Summary Document*, Document No. DOE/FE-0006, Washington, May 1980a.

United States, Department of Energy, *Magnetic Fusion Energy, Program Summary Document FY 1981*, Document No. DOE/ER-0059, Office of Fusion Energy, Washington, June 1980b.

United States, Department of Energy, *Passive Solar Progress*, Report No. DOE/CS/30046-01, Washington, October 1980c.

United States, Department of Energy, *Report on the Department of Energy Magnetic Fusion Program*, Fusion Review Panel, Energy Research Advisory Board, August 1980d.

United States, Department of Energy, *The Proceedings of the Sixth International Conference on Fluidized Bed Combustion*, Report CONF-800428, 3 vol., Atlanta, Georgia, 9-11 April 1980e.

United States, Environmental Protection Agency, *Environmental, Operational and Economic Aspects of Thirteen Selected Energy Technologies*, Report No. EPA-600/7-80-173, Washington, September 1980.

United States, National Research Council, *Hydrogen as a Fuel*, Hydrogen Panel, Committee on Advanced Energy Storage Systems, National Academy of Sciences, Washington, 1979.

United States, Office of Technology Assessment, *Energy from Biological Processes*, Vol. 1, U.S. Government Printing Office, Washington, July 1980a.

United States, Office of Technology Assessment, *Energy from Biological Processes*, Vol. 2, U.S. Government Printing Office, Washington, September 1980b.

United States, Senate Committee on Energy and Natural Resources, *The Geopolitics of Oil*, Staff Report, Publication 96-119, U.S. Government Printing Office, Washington, December 1980.

Van Nostrand's Scientific Encyclopedia, 4th ed., D. Van Nostrand Company, Toronto, 1968.

van Velzen, D. and H. Langenkamp, "Thermochemical Hydrogen Production by the Mark-13 Process: A Status Report", *Proceedings of 14th Intersociety Energy Conversion Engineering Conference*, Boston, 3-10 August 1979, p. 783-789.

Vielvoye, Roger and Larry Auldridge, "Global Oil Production Dips 4% during 1980", *Oil & Gas Journal*, Vol. 79, No. 10, 9 March 1981, p. 43-47.

Waddington, Daryll C., *The Canadian Balance of Payments to the Year 2000*, Royal Bank, November 1979.

Webb, Michael and Martin J. Ricketts, *The Economics of Energy*, MacMillan Press Ltd., London, 1980.

Weintraub, Pamela, "Splitting Water", *Discover*, Vol. 2, No. 2, February 1981, p. 36-38.

Westcoast Transmission Company, *Annual Report, 1979.*

Whaley, H., *The Canadian Coal-Oil Mixture Program*, CANMET Report ERP/ERL 80-11(J), Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, April 1980.

Wilkinson, B.W. and B.L. Scarfe, "The Recycling Problem", in *Energy Policies for the 1980s*, Vol. 1, Ontario Economic Council, Toronto, 1980.

Williams, J.D., *Solar Energy Technology and Applications*, Ann Arbor, Michigan, 1977.

Williams, R.M., "Uranium", in *Canadian Minerals Yearbook 1978* (preprint), Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, 1980.

Willson, Bruce F., *The Energy Squeeze: Canadian Policies for Survival*, James Lorimer & Company, Toronto, 1980.

Wilson, Carroll L. (Project Director), *Coal - Bridge to the Future*, Report of the World Coal Study, Ballinger Publishing, Cambridge, Mass., 1980a.

Wilson, Carroll L. (Project Director), *Future Coal Prospects: Country and Regional Prospects*, Report of the World Coal Study, Ballinger, Cambridge, Mass., 1980b.

Wyllie, Peter J., *The Dynamic Earth: Textbook in Geosciences*, John Wiley & Sons, Toronto, 1971.

Yaverbaum, L., *Fluidized Bed Combustion of Coal and Waste Materials*, Energy Technology Review No. 15, Noyes Data Corp., Park Ridge, N.J., 1977.

Zwartendyk, J., *What is Mineral Endowment and How Should We Measure It?*, Mineral Bulletin MR 126, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, 1972.

Solartech Limited, *Evacuated Tube Collectors,* Mississauga, Ontario.

Solar Technology Today, Electric Power Research Institute, Palo Alto, Californie, mars 1980.

Sorenson, Jean, "Which Way To Vancouver Island", *Canadian Petroleum*, Vol. 22, No. 3, mars 1981, p. 34, 36-37.

Souther, J.G., "Geothermal Potential of Western Canada", in *Proceedings of the Second United Nations Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources*, Volume I, San Francisco, 20-29 mai 1975.

Steward, F. R., "Energy Consumption in Canada since Confederation", *Energy Policy*, Vol. 6, No. 3, septembre 1978, p. 239-245.

Stobaugh, Robert and Daniel Yergin (eds.), *Energy Future: Report of the Energy Project of the Harvard Business School*, Random House, New York, 1979.

Stock, Francine, "Geothermal prospects", *Petroleum Economist*, février 1981, p. 66-68.

Stricker, S., *The Role of Heat Pumps in a Changing Energy Supply and Cost Save*, Ontario Hydro Research Division, Toronto, présentation au Comité spécial sur l'énergie de remplacement du pétrole, 29 juillet 1980.

Swiss, M., "Coal Liquefaction—A Look at Recent Work", *Mining Magazine*, février 1980, p. 159-165.

Taylor, G. W., *Liquid Fuels from Canadian Coals*, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa, CANMET Report 79-13, juin 1979.

"The Aluminum-Air Battery for Electric Vehicles: An Update", *Energy and Technology Review,* novembre 1980, p. 1-10.

The Mirror Fusion Test Facility, Lawrence Livermore Laboratory, University of California/Livermore, décembre 1978.

"The New Glow in Solar Electricity", *Dun's Review*, Vol. 116, No. 5, novembre 1980, p. 90, 95-96.

"The Nova laser fusion facility", *Energy and Technology Review*, Lawrence Livermore National Laboratory, décembre 1980, p. 1-14.

The Princeton University Plasma Physics Laboratory: An Overview, Plasma Physics Laboratory, Princeton University, Princeton, New Jersey, octobre 1979.

The Rance's Tidal Power Station, Électricité de France, sans date.

"The Sun on a Semiconductor", *ERPI Journal,* Electric Power Research Institute, Palo Alto, California, mars 1978, p. 20-25.

Thurow, Lester C., *The Zero-sum Society*, Basic Books Inc., New York, 1980.

"Tide turns for Chinese power", *New Scientist*, Vol. 89, No. 1236, 15 janvier 1981, p. 148.

TransCanada PipeLines, *Annual Report, 1978.*

Van Nostrand's Scientific Encyclopedia, 4th ed., D. Van Nostrand Company, Toronto 1968.

van Velzen, D. and H. Langenkamp, "Thermochemical Hydrogen Production by the Mark-13 Process: A Status Report", *Proceedings of 14th Intersociety Energy Conversion Engineering Conference*, Boston, 3-10 août 1979, p. 783-789.

Waddington, Daryll G., *The Canadian Balance of Payments to the Year 2000*, Banque Royale, novembre 1979.

Webb, Michael and Martin J. Ricketts, *The Economics of Energy*, MacMillan Press Ltd., Londres, 1980.

Westcoast Transmission Company, *Annual Report, 1979.*

Whaley, H., *The Canadian Coal-Oil Mixture Program*, CANMET Report ERP/ERL 80-11(J), ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa, avril 1980.

Wilkinson, B. W. and B. L. Scarfe, "The Recycling Problem", in Ontario Economic Council, *Energy Policies for the 1980s*, Vol. 1, Toronto, 1980.

Williams, J. D., *Solar Energy Technology and Applications, Ann Arbor, Michigan, 1977.*

Williams, R. M., "Uranium", *in Canadian Minerals Yearbook 1978* (prétirage), ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa, 1980.

Willson, Bruce F., *The Energy Squeeze: Canadian Policies for Survival*, James Lorimer & Company, Toronto, 1980.

Wilson, Carroll L. (Project Director), *Coal—Bridge to the Future*, Report of the World Coal Study, Ballinger Publishing, Cambridge, Mass., 1980a.

Wilson, Carroll L. (Project Director), *Future Coal Prospects: Country and Regional Prospects*, Report of the World Coal Study, Ballinger, Cambridge, Mass., 1980b.

Wyllie, Peter J., *The Dynamic Earth: Textbook in Geosciences*, John Wiley & Sons, Toronto, 1971.

Yaverbaum, L., *Fluidized Bed Combustion of Coal and Waste Materials*, Noyes Data Corp., Energy Technology Review No. 15, Park Ridge, N.J., 1977.

Zwartendyk, J., *What is "Mineral Endowment" and How Should We Measure It?* Mineral Bulletin MR 126, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa, 1972.

Appendices

Annexes

APPENDIX A

Units and Conversion Factors

THE INTERNATIONAL SYSTEM OF UNITS

A new system of units is being adopted worldwide. This system of measure, the most accurate ever devised, is called the International System of Units and officially abbreviated as SI (for *Système International)* in all languages. Established by the 11th General Conference of Weights and Measures in 1960, SI is intended as the basis for a global standardization of measurement.

In January of 1970, the Canadian Government introduced its *White Paper on Metric Conversion,* followed by the passage in April 1971 of its Weights and Measures Act. Canada's Metric Commission was established in June of 1971 and a target date of 1 January 1979 was set for the exclusive use of SI. Although this goal was not fully achieved, Canada nonetheless stood well along the road to SI conversion as the 1980s began.

Table A-1: SI BASE AND SUPPLEMENTARY UNITS

Quantity	Name	Symbol
BASE UNITS		
Length	metre	m
Mass	kilogram	kg
Time	second	s
Electric current	ampere	A
Thermodynamic temperature	kelvin[a]	K
Amount of substance	mole	mol
Luminous intensity	candela	cd
SUPPLEMENTARY UNITS		
Plane angle	radian	rad
Solid angle	steradian	sr

[a] Although the SI unit of thermodynamic temperature is the kelvin, the Celsius scale will continue to be most commonly used for temperature measurements. Application of the Kelvin scale is generally restricted to scientific work.

Source: Pedde *et al,* 1978, p. 2.

SI, while based upon the decimal system with its multiples of 10, is not synonymous with the metric system since it excludes many metric units that have become obsolete and includes a few units, such as the second, which are not metric. SI units are divided into three classes: (1) base units, (2) supplementary units and (3) derived units. The base and supplementary units were adopted by the International Organization of Weights and Measures at its 10th (1954) and 11th (1960) General Conferences. Derived units are formed by algebraic relations between base units, supplementary units and other derived units. Table A-1 gives the SI base and supplementary units; Table A-2 lists commonly used derived units.

Table A-2: COMMONLY USED SI DERIVED UNITS

Quantity	Unit	Symbol
Area	square metre	m^2
Volume	cubic metre	m^3
Density	kilogram per cubic metre	kg/m^3
Energy	joule	J
Power	watt	W
Pressure	pascal	Pa
Speed, velocity	metre per second	m/s
Acceleration	metre per second squared	m/s^2
Thermal flux density	watt per square metre	W/m^2
Frequency	hertz	Hz

The SI package allows for continued use of certain non-SI units. Again we consider only the most frequently occurring examples. The hectare (ha) generally replaces the acre as the measure of land and water areas, with the square metre being the preferred SI unit for other measures of area. Although the second is the SI base unit for time, other units such as the hour (h), day (d) and year (a) will continue to be used. Degrees Celsius (°C) will continue as the common measure of tempera-

ANNEXE A

Unités et formules de conversion

LE SYSTÈME INTERNATIONAL D'UNITÉS

Un nouveau système d'unités est actuellement en cours d'implantation à l'échelle mondiale. Ce système de mesure, le plus précis jamais élaboré, est appelé Système international d'unités et s'abrège officiellement en SI (pour Système international) dans toutes les langues. Établi lors de la 11e conférence générale des poids et mesures en 1960, le SI est conçu pour servir de base à une normalisation globale des mesures.

En janvier 1970, le gouvernement canadien a présenté son Livre blanc sur la conversion métrique qui fut suivi en avril 1971 par l'adoption de la Loi des poids et mesures. On a créé en juin 1971 la Commission du système métrique et fixé au 1er janvier 1979 la date limite d'utilisation exclusive du SI. Bien que cet objectif n'ait pas été pleinement réalisé, au début de la décennie 1980, le Canada se trouve néanmoins résolument engagé sur la route de la conversion au SI.

Le SI, même s'il est fondé sur le système décimal des multiples de dix n'est pas identique au système métrique puisqu'il exclut de nombreuses unités métriques tombées en désuétude et qu'il incorpore quelques unités, telles que la seconde, qui ne sont pas métriques. Les unités SI ont été divisées en trois classes: (1) les unités de base, (2) les unités supplémentaires et (3) les unités dérivées. Les unités de base et supplémentaires ont été adoptées par l'Organisation internationale des poids et mesures lors de ses 10e (1954) et 11e (1960) conférences générales. Les unités dérivées sont formées de relations algébriques entre les unités de base, les unités supplémentaires et les autres unités dérivées. Le tableau A-1 indique les unités SI de base et supplémentaires alors que le tableau A-2 énumère les principales unités dérivées.

Tableau A-1: UNITÉS SI DE BASE ET SUPPLÉMENTAIRES

Quantité	Nom	Symbole
UNITÉS DE BASE		
Longueur	mètre	m
Masse	kilogramme	kg
Temps	seconde	s
Courant électrique	ampère	A
Température thermodynamique	kelvin[a]	K
Quantité de matière	mole	mol
Intensité lumineuse	candela	cd
UNITÉS SUPPLÉMENTAIRES		
Angle plan	radian	rad
Angle solide	steradian	sr

[a] Bien que l'unité SI de température thermodynamique soit le kelvin, l'échelle Celsius continuera d'être communément employée pour les mesures de température. L'utilisation de l'échelle Kelvin est généralement strictement limitée au travail scientifique.

Source: Pedde *et al* 1978, p. 2.

Tableau A-2: UNITÉS SI DÉRIVÉES COMMUNÉMENT EMPLOYÉES

Quantité	Unité	Symbole
Surface	mètre carré	m^2
Volume	mètre cubic	m^3
Densité	kilogramme par mètre cube	kg/m^3
Energie	joule	J
Puissance	watt	W
Pression	pascal	Pa
Vitesse, vélocité	mètre par seconde	m/s
Accélération	mètre par seconde au carré	m/s^2
Densité de flux thermique	watt par mètre carré	W/m^2
Fréquence	hertz	Hz

L'ensemble SI tient compte d'une poursuite de l'utilisation de certaines unités non-SI. Une fois encore,

ture, with Kelvin temperature being generally relegated to the scientific domain. Unfortunately, three names now exist to describe the same amount of mass, 1000 kilograms — metric ton (t), tonne (t) and megagram (Mg or one million grams). While the megagram is the correct SI expression, it is not widely recognized and "tonne" seems more likely to prevail in the Canadian literature. For this reason, we have preferred not to express mass in megagrams in this Report.

SI PREFIXES

Many of the SI units with which we work are small measures. The pascal, for example, is a very small pressure, about equivalent to a dollar bill lying flat on a surface. In comparison, atmospheric pressure at sea level normally falls in the range of 95,000 to 105,000 pascals. To avoid the cumbersome expression of large and small quantities, the SI package includes a system of decimal multiples expressed as word prefixes and added to the unit names. Thus atmospheric pressure becomes 95 to 105 *kilo*pascals, the generating capacity at Churchill Falls in Labrador is expressed as 5,225 *mega*watts and Canada's export of electricity to the United States in 1980 is given as 30,180 *giga*watthours of energy. Table A-3 presents the full list of SI unit prefixes and gives examples of their use.

Table A-3: SI UNIT PREFIXES

Multiplication Factor	Prefix and Symbol		Example and Symbol	
1 000 000 000 000 000 000 = 10^{18}	exa	E	exajoules	EJ
1 000 000 000 000 000 = 10^{15}	peta	P	petajoules	PJ
1 000 000 000 000 = 10^{12}	tera	T	terawatts	TW
1 000 000 000 = 10^{9}	giga	G	gigawatthours	GWh
1 000 000 = 10^{6}	mega	M	megalitres	Ml
1 000 = 10^{3}	kilo	k	kilopascals	kPa
100 = 10^{2}	hecto	h		
10 = 10^{1}	deca	da	[a]	
0.1 = 10^{-1}	deci	d		
0.01 = 10^{-2}	centi	c		
0.001 = 10^{-3}	milli	m	millimetres	mm
0.000 001 = 10^{-6}	micro	μ	micrograms	μg
0.000 000 001 = 10^{-9}	nano	n	nanoseconds	ns
0.000 000 000 001 = 10^{-12}	pico	p	picohertz	pHz
0.000 000 000 000 001 = 10^{-15}	femto	f	femtofarads	fF
0.000 000 000 000 000 001 = 10^{-18}	atto	a	attocoulombs	aC

[a] Except for the nontechnical reference to "centimetre", use of these four prefixes is avoided in most circumstances.

Source: After Pedde *et al,* 1978, p. 10.

CONVERSION FACTORS

The following conversion factors are either exact or correct to four significant figures.

Distance

1 foot = 0.3048 metre
1 metre = 3.281 feet
1 statute mile= 1.609 kilometres
= 0.8690 international nautical mile
1 international nautical mile= 1.151 statute miles
= 1.852 kilometres
1 kilometre= 0.6214 statute mile
= 0.5399 international nautical mile

Area

1 square foot = 0.09290 square metre
1 square metre = 10.76 square feet
1 square mile= 640 acres
= 2.590 square kilometres
= 259.0 hectares
1 square kilometre= 0.3861 square mile
= 100 hectares
= 247.1 acres
1 acre = 0.4047 hectare
1 hectare = 2.471 acres

Volume

1 cubic foot = 0.02832 cubic metre
1 cubic metre= 35.31 cubic feet

nous ne nous arrêtons qu'aux exemples les plus fréquents. L'hectare (ha) remplace généralement l'acre comme mesure de surface de terre et d'eau alors que le mètre carré est l'unité SI préférée pour les autres mesures de surface. Bien que la seconde soit l'unité SI de base pour le temps, d'autres unités telles que l'heure (h), le jour (d) et l'année (a) continueront d'être employées. Les degrés Celsius (°C) continueront d'indiquer communément les températures alors que les températures kelvin seront généralement reléguées au domaine scientifique. Malheureusement, il existe maintenant trois noms pour décrire la même quantité de masse, 1000 kilogrammes—la tonne métrique (t), la tonne (t) et le mégagramme (Mg ou un million de grammes). Même si le mégagramme est l'expression SI correcte, elle ne bénéficie pas d'une utilisation très répandue et la «tonne» semble devoir prévaloir dans les documents canadiens. Pour cette raison, nous avons préféré ne pas exprimer la masse en mégagrammes dans notre rapport.

PRÉFIXES SI

Nombre des unités SI avec lesquelles nous travaillons sont de toutes petites mesures. Le pascal, par exemple, représente une toute petite pression équivalant environ à celle d'un billet de $1 posé à plat sur une surface. Par comparaison, la presssion atmosphérique au niveau de la mer se situe normalement entre 95,000 et 15,000 pascals. Pour éviter l'expression encombrante de quantités très grandes et très petites, l'ensemble SI comporte un système de multiples décimaux représentés par des préfixes qui sont ajoutés au nom de l'unité. Ainsi, la pression atmosphérique devient quelque 95 à 105 *kilo*pascals, la capacité de production de Churchill Falls au Labrador est exprimée en 5,225 *méga*watts et l'exportation d'électricité du Canada vers les États-Unis en 1980 a correspondu à 30,180 *giga*wattheures d'énergie. Le tableau A-3 présente la liste complète des préfixes d'unité SI et donne des exemples de leur emploi.

UNITÉS ET FACTEURS DE CONVERSION

Les facteurs de conversion suivants sont soit exacts soit corrects pour les quatre premiers chiffres.

Distance

1 pied = 0.3048 mètre
1 mètre = 3.281 pieds
1 mille anglais = 1.609 kilomètre
= 0.8690 mille marin international
1 mille marin international = 1.151 mille anglais
= 1.852 kilomètre
1 kilomètre = 0.6214 mille anglais
= 0.5399 mille marin international

Tableau A-3: PRÉFIXES D'UNITÉS SI

Facteur de multiplication	Préfixe et symbole		Exemple et symbole	
1 000 000 000 000 000 000 = 10^{18}	exa	E	exajoules	EJ
1 000 000 000 000 000 = 10^{15}	péta	P	pétajoules	PJ
1 000 000 000 000 = 10^{12}	téra	T	térawatts	TW
1 000 000 000 = 10^{9}	giga	G	gigawatthours	Gwh
1 000 000 = 10^{6}	méga	M	mégalitres	Ml
1 000 = 10^{3}	kilo	k	kilopascals	kPa
100 = 10^{2}	hecto	h		
10 = 10^{1}	déca	da	[a]	
0.1 = 10^{-1}	déci	d		
0.01 = 10^{-2}	centi	c		
0.001 = 10^{-3}	milli	m	millimètres	mm
0.000 001 = 10^{-6}	micro	μ	microgrammes	μg
0.000 000 001 = 10^{-9}	nano	n	nanoseconds	ns
0.000 000 000 001 = 10^{-12}	pico	p	picohertz	pHz
0.000 000 000 000 001 = 10^{-15}	femto	f	femtofarads	fF
0.000 000 000 000 000 001 = 10^{-18}	atto	a	attocoulombs	aC

[a] Sauf pour les références non techniques au «centimètre», l'utilisation de ces quatre préfixes est évitée dans la plupart des circonstances.

Source: D'après Pedde *et al*, 1978, p. 10.

= 6.290 American barrels
= 1000 litres

1 American barrel = 42 American gallons
= 34.97 Imperial gallons
= 0.1590 cubic metre
= 159.0 litres

1 American gallon = 3.785 litres
1 Imperial gallon = 4.546 litres

Mass

1 long ton = 2240 pounds
= 1.12 short tons
= 1.016 tonnes

1 short ton = 2000 pounds
= 0.8929 long ton
= 0.9072 tonne

1 tonne = 2205 pounds
= 1.102 short tons
= 0.9842 long ton
= 1000 kilograms
= 1 megagram

1 pound = 0.4536 kilogram
1 kilogram = 2.205 pounds

Energy

1 British thermal unit = 1054 joules

1 kilowatthour = 3412 British thermal units
= 3,600,000 joules

1 quad = 1 quadrillion British thermal units
= 10^{15} British thermal units
= 1054 petajoules
= 1054×10^{15} joules

Power

1 kilowatt = 3,600,000 joules/hour
= 1.341 Imperial horsepower

1 Imperial horsepower = 745.7 watts
1 British thermal unit/hour = 0.2931 watt

TEMPERATURE

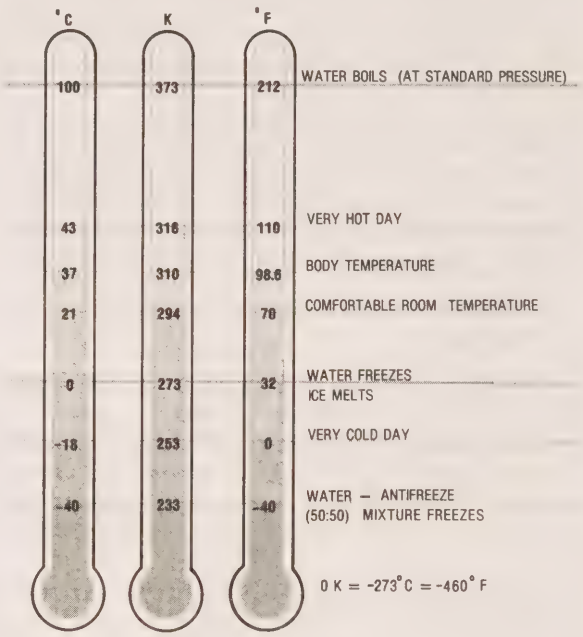
Temperature is that property of systems which determines if they are in thermodynamic equilibrium, two systems being in equilibrium when their temperatures (measured on the same scale) are equal. Temperature can be specified in various arbitrary and empirical ways based upon changes in volume, length, electrical resistance and so forth. Not surprisingly, an interesting variety of temperature scales has been devised of which three are of concern here — the Fahrenheit, Celsius (centigrade) and Kelvin scales. The correspondence among these three scales is illustrated in Figure A-1, the mathematical relationships being:

$$F = \frac{9C}{5} + 32$$

$$C = \frac{5}{9}(F-32)$$

$$K = C + 273.16$$

Figure A-1: A COMPARISON OF THE FAHRENHEIT, CELSIUS AND KELVIN TEMPERATURE SCALES



Source: After Pedde *et al,* 1978, p. 4.

Although the Kelvin scale is the one adopted in the SI scheme, its use is nonetheless limited to scientific matters and most temperatures are measured in degrees Celsius. Zero on the Kelvin scale (-273.16°C) is termed the *absolute zero of temperature,* with the third law of thermodynamics telling us that no system can be taken to a temperature of absolute zero (that is, to a state characterized by the complete absence of heat).

PETROLEUM SPECIFIC GRAVITY

The specific gravity of any liquid is the dimensionless ratio of the density of that liquid to the density of water, measured at a standard temperature of 4°C. If the specific gravity of a liquid is less than one, that liquid will float on water; if more than one, it will sink. Crude oils have a specific gravity normally falling in the range of 0.80 to 0.97, which corresponds to 8.0 to 6.6 barrels per tonne. Taking an approximate world average for the specific gravity of all crude oils produced, one tonne of crude is about equal to 7.3 barrels.

Surface

1 pied carré = 0.09290 mètre carré
1 mètre carré = 10.76 pieds carrés
1 mille carré = 640 acres
= 2.590 kilomètres carrés
= 259.0 hectares
1 kilomètre carré = 0.3861 mille carré
= 100 hectares
= 247.1 acres
1 acre = 0.4047 hectare
1 hectare = 2.471 acres

Volume

1 pied cube = 0.02832 mètre cube
1 mètre cube = 35.31 pieds cubes
= 6.290 barils américains
= 1,000 litres
1 baril américain = 42 gallons américains
= 34.97 gallons impériaux
= 0.159 mètre cube
= 159.0 litres
1 gallon américain = 3.785 litres
1 gallon impérial = 4.546 litres

Masse

1 tonne forte = 2,240 livres
= 1.12 tonne courte
= 1.016 tonnes
1 tonne courte = 2,000 livres
= 0.8929 tonne forte
= 0.9072 tonne
1 tonne = 2,205 livres
= 1.102 tonne courte
= 0.9842 tonne forte
= 1,000 kilogrammes
= 1 mégagramme
1 livre = 0.4536 kilogramme
1 kilogramme = 2.205 livres

Énergie

1 British thermal unit = 1,054 joules
1 kilowattheure = 3,412 British thermal units
= 3,600,000 joules
1 quad = 1 mille billions de British thermal units
= 10^{15} British thermal units
= 1,054 pétajoules
= 1,054 x 10^{15} joules

Puissance

1 kilowatt = 3,600,000 joules/heure
= 1.341 cheval-vapeur impérial
1 cheval-vapeur impérial = 745.7 watts
1 British thermal unit/heure = 0.2931 watt

TEMPÉRATURE

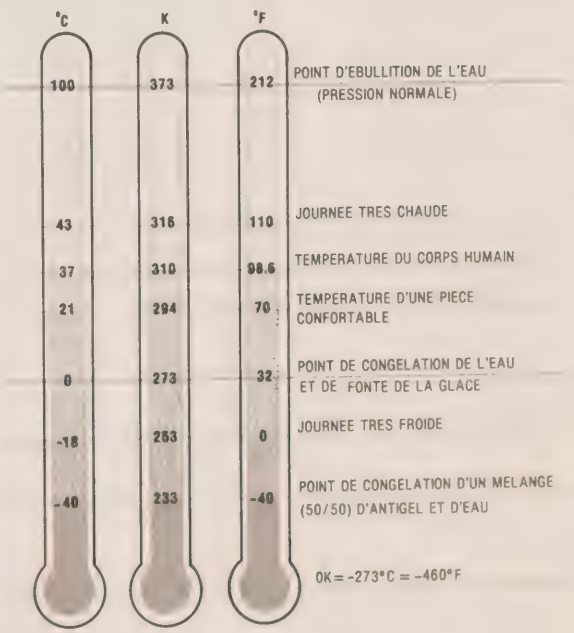
La température est cette propriété des systèmes qui détermine s'ils sont en équilibre thermodynamique, deux systèmes se trouvant en équilibre lorsque leurs températures (mesurées sur la même échelle) sont égales. La température peut être spécifiée de diverses manières arbitraires et empiriques fondée sur des changements de volume, de longueur, de résistance électrique, etc. Il n'est pas surprenant de constater que l'on a élaboré une intéressante diversité d'échelles de température parmi lesquelles nous n'en mentionnerons que trois. Les échelles Fahrenheit, Celsius (centigrade) et Kelvin. La correspondance entre ces trois échelles est illustrée à la figure A-1, les relations mathématiques étant les suivantes:

$$F = \frac{9C}{5} + 32$$

$$C = \frac{5}{9}(F-32)$$

$$K = C + 273.16$$

Figure A-1: COMPARAISON DES ÉCHELLES DE TEMPÉRATURE FAHRENHEIT, CELSIUS ET KELVIN



Source: D'après Pedde *et al.*, 1978, p. 4.

In the petroleum industry, however, the specific gravity of oil is normally expressed in degrees of API (American Petroleum Institute) gravity. In this measuring scheme, oil with a low specific gravity has a high API gravity and, other factors being equal, the higher the API gravity the more valuable the oil. The formula for calculating API gravity is

$$°\text{API} = \frac{141.5}{\text{specific gravity } 60°} - 131.5$$

where the divisor is the specific gravity of a 60°API gravity oil measured at 60°F (15.6°C). The following table shows the equivalence between API gravity and specific gravity.

Most crude oils fall within the range of 25° to 40° API gravity. Canada's conventional crude oil production averages a little higher than 35° API. Lloydminster heavy crude is about 16° and Athabasca bitumen roughly 8° to 9° API.

Table A-4: THE EQUIVALENCE BETWEEN API GRAVITY AND SPECIFIC GRAVITY

°API Gravity	Specific Gravity	Barrels/Tonne
0	1.076	5.86
10	1.000	6.30
15	0.9659	6.53
20	0.9340	6.75
26	0.8984	7.02
30	0.8762	7.19
36	0.8448	7.46
40	0.8251	7.64
46	0.7972	7.91
50	0.7796	8.09
60	0.7389	8.53

Source: Hunt, 1979, p. 544.

Bien que le système SI ait adopté l'échelle Kelvin, son usage est néanmoins limité aux questions scientifiques et la plupart des températures sont mesurées en degré Celsius. Le zéro de l'échelle Kelvin (−273.16°C) est l'expression du *zéro absolu de température,* la troisième loi de la thermodynamique nous disant qu'il est impossible d'amener un système au zéro absolu (c'est-à-dire à un état caractérisé par l'absence complète de chaleur).

DENSITÉ RELATIVE DU PÉTROLE

La densité relative de n'importe quel liquide est le rapport de la densité de ce liquide et de la densité de l'eau, telle que mesurée à une température de 4°C. Si la densité relative d'un liquide est inférieure à un, ce liquide flottera sur l'eau, si elle est supérieure à un il coulera. Les pétroles bruts ont une densité relative qui se trouve généralement entre 0.80 et 0.97, ce qui correspond à 8.0 à 6.6 barils par tonne. Si l'on prend une moyenne mondiale approximative de la densité relative de tous les pétroles bruts produits, une tonne de brut correspond à 7.3 barils environ.

Dans l'industrie pétrolière, toutefois, la densité relative du pétrole est normalement exprimée en degrés de densité API (American Petroleum Institute). Dans ce système de mesure, le pétrole de faible densité relative a une forte densité API et, tous autres facteurs égaux par ailleurs, plus la densité API est élevée, plus le pétrole a de valeur. La formule de calcul de la densité API est

$$°\text{API} = \frac{141.5}{\text{densité relative } 60°} - 131.5$$

où le diviseur est la densité relative d'un pétrole de 60° de densité API mesuré à 60°F (15.6°C). Le tableau suivant montre les équivalences entre la densité API et la densité relative.

Tableau A-4: L'ÉQUIVALENCE ENTRE LA DENSITÉ API ET LA DENSITÉ RELATIVE

Degré de densité API	Densité relative	Barils/tonne
0	1.076	5.86
10	1.000	6.30
15	0.9659	6.53
20	0.9340	6.75
26	0.8984	7.02
30	0.8762	7.19
36	0.8448	7.46
40	0.8251	7.64
46	0.7972	7.91
50	0.7796	8.09
60	0.7389	8.53

Source: Hunt, 1979, p. 544.

La plupart des pétroles bruts se situent entre 25° et 40° API de densité. La production de pétroles bruts classiques du Canada arrive en moyenne un peu au-dessus de 35° API. Le pétrole lourd Lloydminster vaut environ 16° et le bitume Athabasca environ 8 à 9° API.

APPENDIX B

Witnesses and Intervenors at Public Hearings

List of witnesses and intervenors who appeared before the Special Committee, showing the Issue in which their evidence appears.

WITNESSES AT PUBLIC HEARINGS

WITNESS	ISSUE	DATE
Agriculture Canada		
Mr. R.D. Hayes Energy Engineer Engineering and Statistical Research Institute	25	12/11/80
Dr. E.J. LeRoux Assistant Deputy Minister Research Branch Chairman of Interbranch Energy Committee	25	12/11/80
Dr. B. Perkins Director Regional Development and Analysis Directorate Regional Development and International Affairs Branch	25	12/11/80
Mr. P.W. Voisey Director Engineering and Statistical Research Institute	25	12/11/80
Association of Consulting Engineers of Canada		
Mr. D. Farlinger Chairman Energy Affairs Standing Committee	29	20/11/80
Mr. J.L. Greer Past Chairman Energy Affairs Standing Committee	29	20/11/80
Mr. I.W. McCaig Chairman Energy Resources Sub-Committee	29	20/11/80
Mr. K.A. McLennan President	29	20/11/80
Mr. O. Scudamore Member, Energy Resources Sub-Committee	29	20/11/80
Atomic Energy of Canada Limited		
Dr. M. Hammerli Section Leader, Electrochemistry General Chemistry Branch	6	16/07/80
Canadian Energy Development Systems International		
Mr. D.A. Henry President	28	19/11/80
Canadian Federation of Agriculture		
Dr. L. Emery Member, Energy Committee	27	18/11/80
Mr. G. Flaten First Vice-President	27	18/11/80
Mr. D. Kirk Executive Secretary	27	18/11/80
Mr. D. Knoerr Executive Member	27	18/11/80
Canadian National Committee, World Energy Conference		
Dr. E.P. Cockshutt Member of Executive Committee	24	05/11/80
Dr. J.S. Foster Chairman	24	05/11/80

ANNEXE B

Témoins et intervenants qui ont participé aux audiences publiques

Liste des témoins et des intervenants qui ont paru devant le Comité spécial indiquant le domaine dans lequel le témoignage a été produit.

TÉMOINS QUI ONT COMPARU AU COURS DES AUDIENCES PUBLIQUES

LISTE DES TÉMOINS	DOMAINE	DATE
Agriculture Canada		
M. R.D. Hayes Ingénieur en énergie Institut de recherches techniques et statistiques	25	12/11/80
Dr E.J. LeRoux Sous-ministre adjoint Direction générale de la recherche Président du Comité interdirectionnel sur l'énergie	25	12/11/80
Dr B. Perkins Directeur Direction de l'analyse et du développement régional Direction générale du développement régional et des affaires internationales	25	12/11/80
M. P.W. Voisey Directeur Institut de recherches techniques et de statistiques	25	12/11/80
Association des ingénieurs-conseils du Canada		
M. D. Farlinger Président Comité permanent de l'énergie	29	20/11/80
M. J.L. Greer Ancien président Comité permanent de l'énergie	29	20/11/80
M. I.W. McCaig Président Sous-comité des ressources énergétiques	29	20/11/80
M. K.A. McLennan Président	29	20/11/80
M. O. Scudamore Membre, Sous-comité des ressources énergétiques	29	20/11/80
Énergie atomique du Canada Ltée		
Dr M. Hammerli Chef de section, Électrochimie Direction générale de la chimie générale	6	16/07/80
Canadian Energy Development Systems International		
M. D.A. Henry Président	28	19/11/80
Fédération canadienne de l'agriculture		
Dr L. Emery Membre, Comité sur l'énergie	27	18/11/80
M. G. Flaten Premier vice-président	27	18/11/80
M. D. Kirk Secrétaire exécutif	27	18/11/80
M. D. Knoerr Membre exécutif	27	18/11/80
Comité national canadien, Conférence mondiale sur l'énergie		
Dr E.P. Cockshutt Membre du Comité exécutif	24	05/11/80
Dr J.S. Foster Président	24	05/11/80

WITNESS	ISSUE	DATE
Canadian Renewable Energy News		
Mr. J. Passmore Features and International Editor	9	30/07/80
Canadian Solar Industries Association		
Mr. R. Davies Chairman	28	19/11/80
Mr. A. Gatrill Executive Director	28	19/11/80
Mr. J. Ramsden Treasurer	28	19/11/80
Chemical Institute of Canada		
Dr. W. Schneider Member of the Institute	23	04/11/80
Coal Association of Canada		
Mr. G.T. Page President	27	18/11/80
Co-generation Associates Limited		
Mr. A. Juchymenko President	10	31/07/80
Coreco Incorporated		
Mr. Daniel Crevier President	11	04/09/80
Duomo Import Limited		
Mr. S. Verrie President	12	05/09/80
Mr. M.S. Werger Secretary	12	05/09/80
Economic Council of Canada		
Mrs. Bobbi Cain Research Economist	9 26	30/07/80 13/11/80
Dr. P. Cornell Senior Policy Advisor	9	30/07/80
Mr. D. Paproski Director Seventeenth Review	9	30/07/80
Dr. R. Preston Director, Candide Research Group	9 26	30/07/80 13/11/80
Dr. D.W. Slater Chairman	26	13/11/80
Energy, Mines and Resources Canada		
Mr. B. Cook Technical Advisor Office of Energy Research and Development	31	02/12/80
Dr. P.J. Dyne Director Office of Energy Research and Development	6 31	16/07/80 02/12/80
Dr. A. Jessop Head, Geothermal Studies Group	26	13/11/80
The Honourable Marc Lalonde Minister	30	25/11/80
Dr. K. Whitham Assistant Deputy Minister Conservation and Non-Petroleum Branch	1	25/06/80
Energy Probe		
Dr. D. Brooks Coordinator, Ottawa Office	22	30/10/80
Environment Canada		
Mr. R.H. Clark Senior Engineering Advisor Inland Waters Directorate	5	15/07/80
Mr. J. Labuda Chief Fuels and Air Pollution Directorate Environmental Protection Service	26	13/11/80
Dr. D. McKay Climatological Applications Branch Atmospheric Environment Service	26	13/11/80
Mr. R.J. Neale Manager, ENFOR Program Canadian Forestry Service	26	13/11/80
Mr. D.L. Robinson Senior Scientific Advisor Environmental Conservation Service	26	13/11/80
Dr. E.F. Roots Science Advisor	26	13/11/80
Mr. J.B. Seaborn Deputy Minister	26	13/11/80
F.T. Fisher's Sons Limited		
Mr. S.T. Fisher	11	04/09/80

LISTE DES TÉMOINS	DOMAINE	DATE
Canadian Renewable Energy News		
M. J. Passmore Rédacteur en chef, actualité et nouvelles internationales	9	30/07/80
Canadian Solar Industries Association		
M. R. Davies Président	28	19/11/80
M. A. Gatrill Directeur exécutif	28	19/11/80
M. J. Ramsden Trésorier	28	19/11/80
Institut de Chimie du Canada		
Dr W. Schneider Membre de l'Institut	23	04/11/80
Coal Association of Canada		
M. G.T. Page Président	27	18/11/80
Co-generation Associates Limited		
M. A. Juchymenko Président	10	31/07/80
Coreco Incorporated		
M. Daniel Crevier Président	11	04/09/80
Duomo Import Limited		
M. S. Verrie Président	12	05/09/80
M. M.S. Werger Secrétaire	12	05/09/80
Conseil économique du Canada		
Mme Bobbi Cain Economiste de recherche	9 26	30/07/80 13/11/80
Dr P. Cornell Conseiller général	9	30/07/80
M. D. Paproski Directeur Dix-septième exposé	9	30/07/80
Dr R. Preston Directeur, Projet de recherche Candide	9 26	30/07/80 13/11/80
Dr D.W. Slater Président	26	13/11/80

LISTE DES TÉMOINS	DOMAINE	DATE
Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources		
M. B. Cook Conseiller technique Bureau de recherche de l'énergie et du développement	31	02/12/80
Dr P.J. Dyne Directeur Bureau de recherche de l'énergie et du développement	6 31	16/07/80 02/12/80
Dr A. Jessop Chef, Groupe sur les études géothermiques	26	13/11/80
L'honorable Marc Lalonde Ministre	30	25/11/80
Dr K. Whitham Sous-ministre adjoint, Direction générale des économies d'énergie et substituts du pétrole	1	25/06/80
Energy Probe		
Dr D. Brooks Coordinateur, Bureau d'Ottawa	22	30/10/80
Environnement Canada		
M. R.H. Clark Conseiller principal en ingénierie Direction générale des eaux intérieures	5	15/07/80
M. J. Labuda Chef Direction générale de l'assainissement de l'air et des combustibles Service de la protection de l'environnement	26	13/11/80
Dr D. McKay Direction des réalisations climatologiques Service de l'environnement atmosphérique	26	13/11/80
M. R.J. Neale Directeur, Programme ENFOR Service canadien des forêts	26	13/11/80

WITNESS	ISSUE	DATE
Friends of the Earth		
Mrs. H. Lajambe Researcher	10	31/07/80
Mr. J. Robinson Researcher	10	31/07/80
Mr. R. Torrie Researcher	10	31/07/80
Gaz Métropolitain Inc.		
Mr. J. Baladi Vice-President Exploitation and Expansion Group	11	04/09/80
Mr. Pierre Noel Economist	11	04/09/80
Mr. R. Noel Vice-President, Marketing	11	04/09/80
Mr. Jean-François Villion Director, General Planning	11	04/09/80
Huron Ridge Limited		
Mr. N.J. MacGregor	34	09/12/80
ICG Scotia Gas Limited		
Mr. M.G. Meacher Vice-President and General Manager	19	24/09/80
Mr. H. Smith Legal Counsel	19	24/09/80
Imperial Oil Limited		
Mr. W.A. Bain Manager, Energy Studies Corporate Planning Services	9	30/07/80
Mr. D.J. Cameron Manager, Renewable Energy Corporate Planning Services	9	30/07/80
Institute of Man and Resources		
Mr. B. Brandon Project Coordinator Wood Energy	20	25/09/80
Mr. A. Wells Executive Director	20	25/09/80
Mr. W. Zimmerman Research Director	20	25/09/80

WITNESS	ISSUE	DATE
Inter-City Gas Corporation		
Mr. P. Ashton Consultant	29	20/11/80
Mr. H.C. Coppen Vice-President	29	20/11/80
Mr. N.J. Didur Group Vice-President	29	20/11/80
Jacques A. Khouri and Associates		
Mr. J.A. Khouri President	14	09/09/80
Lawrence Livermore National Laboratories, California, U.S.A.		
Dr. J. Emmett Associate Director Laser Fusion Program	35	02/12/80
Dr. R. Post Deputy Associate Director Magnetic Fusion Energy Physics	35	02/12/80
Marinetech Laboratories Ltd.		
Mr. G. Jones President	14	09/09/80
Mohawk Oil Company Limited		
Mr. A.E. Meyer Consultant	15	10/09/80
Morrison Beatty Limited		
Mr. W.D. Morrison Principal of Morrison Beatty Ltd.	13	06/09/80
McKenzie-McCulloch Associates		
Mr. I. McKenzie Principal	13	06/09/80
National Energy Board		
Mr. E.S. Bell Director Electric Power Branch	34	09/12/80
Mr. C.G. Edge Chairman	34	09/12/80
Mr. A.N. Karas Assistant Director Planning Group Electric Power Branch	5	15/07/80
Mr. P.G. Scotchmer Director Oil Policy Branch	34	09/12/80

LISTE DES TÉMOINS	DOMAINE	DATE
M. D.L. Robinson Conseiller scientifique principal Service de la conservation de l'environnement	26	13/11/80
Dr E.F. Roots Conseiller scientifique	26	13/11/80
M. J.B. Seaborn Sous-ministre	26	13/11/80
F.T. Fisher's Sons Limited		
M. S.T. Fisher	11	04/09/80
Les Amis de la Terre		
Mme H. Lajambe Chercheur	10	31/07/80
M. J. Robinson Chercheur	10	31/07/80
M. R. Torrie Chercheur	10	31/07/80
Gaz Métropolitain Inc.		
M. J. Baladi Vice-président Groupe d'exploitation et d'expansion	11	04/09/80
M. Pierre Noël Economiste	11	04/09/80
M. R. Noël Vice-président, Commercialisation	11	04/09/80
M. Jean-François Villion Directeur, Planification générale	11	04/09/80
Huron Ridge Limited		
M. N.J. McGregor	34	09/12/80
ICG Scotia Gas Limited		
M. M.G. Meacher Vice-président et directeur général	19	24/09/80
M. H. Smith Conseiller juridique	19	24/09/80
Imperial Oil Limited		
M. W.A. Bain Directeur, Études sur l'énergie Services de planification interne	9	30/07/80
M. D.J. Cameron Directeur, Énergie renouvelable Services de planification interne	9	30/07/80
Institute of Man and Resources		
M. B. Brandon Coordonnateur de projet Énergie du bois	20	25/09/80
M. A. Wells Directeur exécutif	20	25/09/80
M. W. Zimmerman Directeur de la recherche	20	25/09/80
Inter-City Gas Corporation		
M. P. Ashton Conseiller	29	20/11/80
M. H.C. Coppen Vice-président	29	20/11/80
M. N.J. Didur Vice-président du groupe	29	20/11/80
Jacques A. Khouri et associés		
M. J.A. Khouri Président	14	09/09/80
Lawrence Livermore National Laboratories, Califor nia, U.S.A.		
Dr J. Emmett Directeur adjoint, Programme de la fusion au laser	35	02/12/80
Dr R. Post Sous-directeur adjoint, Physique de l'énergie par la fusion magnétique	35	02/12/80
Marinetech Laboratories Ltd.		
M. G. Jones Président	14	09/09/80
Mohawk Oil Company Limited		
M. A.E. Meyer Conseiller	15	10/09/80
Morrison Beatty Limited		
M. W.D. Morrison Directeur de Morrison Beatty Limited	13	06/09/80
McKenzie-McCulloch Associates		
M. I. McKenzie Directeur	13	06/09/80

WITNESS	ISSUE	DATE
Mr. K.W. Vollman Director Energy Resources Branch	34	09/12/80
National Research Council of Canada		
Mr. R.M. Aldwinckle Program Convenor Solar Energy Project	4	09/07/80
Dr. R.C. Biggs Senior Technical Advisor Solar Energy Project	4	09/07/80
Mr. M.S. Chappell Task Coordinator Renewable Energy	2	02/07/80
Dr. E.P. Cockshutt Manager Energy Research and Development Program	33	04/12/80
Mr. W.A. Cumming Senior Vice-President	33	04/12/80
Dr. L. Kerwin President	33	04/12/80
Dr. G.M. Lindberg Director National Aeronautical Establishment	2	02/07/80
Dr. G.R. Mogridge Research Officer Hydraulic and Tidal Power	7	22/07/80
Dr. J.J. Murray Research Officer	6	16/07/80
Dr. R.P. Overend Program Convenor Biomass Energy	3 33	08/07/80 04/12/80
Mr. J. Ploeg Program Convenor Hydraulic and Tidal Power	7	22/07/80
Dr. B.D. Pratte Research Officer Hydraulic and Tidal Power	7	22/07/80
Dr. P.A. Redhead Director Division of Physics	2 33	02/07/80 04/12/80
Dr. J.H. Simpson Solar Energy Project	4	09/07/80
Dr. J.B. Taylor Program Convenor Conservation and Storage	6	16/07/80
Mr. R.J. Templin Laboratory Head Low Speed Aerodynamics	2	02/07/80
New Brunswick Development Institute		
Mr. R.E. Tweeddale Chairman, Energy Committee	21	26/09/80
New Brunswick Federation of Agriculture		
Mr. T. Demma Secretary-Manager	21	26/09/80
Newfoundland Light and Power Company		
Mr. G.J. Adams Treasurer	18	23/09/80
Mr. D.C. Hunt, Q.C. Director	18	23/09/80
Mr. A.F. Ryan Assistant to the General Manager	18	23/09/80
NOVA, an Alberta Corporation		
Mr. J.E. Feick Vice-President	15	10/09/80
Ontario Hydro		
Mr. S. Stricker Research Division Electrical Department	8	29/07/80
Prince Edward Island Energy Corporation		
Mr. C.K. Brown Executive Director	20	25/09/80
Public Works Canada		
Dr. F. Snape Director Solar Projects	24	05/11/80
Royal Architectural Institute of Canada		
Miss M. Demers Architect	32	03/12/80
Mr. R. Elliott Executive Director	32	03/12/80
Mr. J.O. Miller Vice-President	32	03/12/80
Saskatoon Environmental Society		
Mr. H. Boerma	16	11/09/80

LISTE DES TÉMOINS	DOMAINE	DATE
Office national de l'énergie		
M. E.S. Bell Directeur Direction de l'électricité	34	09/12/80
M. C.G. Edge Président	34	09/12/80
M. A.N. Karas Directeur adjoint Groupe de la planification Direction de l'électricité	5	15/07/80
M. P.G. Scotchmer Directeur Direction de la politique du pétrole	34	09/12/80
M. K.W. Vollman Directeur Direction des ressources énergétiques	34	09/12/80
Conseil national de recherches du Canada		
M. R.M. Aldwinckle Responsable du programme Projet Énergie solaire	4	09/07/80
Dr R.C. Biggs Conseiller technique principal Projet Énergie solaire	4	09/07/80
M. M.S. Chappell Coordinateur, Énergie renouvelable	2	02/07/80
Dr E.P. Cockshutt Directeur Programme de recherche et de développement énergétique	33	04/12/80
M. W.A. Cumming Vice-président principal	33	04/12/80
Dr L. Kerwin Président	33	04/12/80
Dr G.M. Lindberg Directeur Établissement aéronautique national	2	02/07/80
Dr G.R. Mogridge Agent de recherche Énergie hydraulique et énergie marémotrice	7	22/07/80
Dr J.J. Murray Agent de recherche	6	16/07/80
Dr R.P. Overend	3	08/07/80
Responsable du programme Énergie de la biomasse	33	04/12/80
M. J. Ploeg Responsable du programme Énergie hydraulique et énergie marémotrice	7	22/07/80
Dr B.D. Pratte Agent de recherche Énergie hydraulique et énergie marémotrice	7	22/07/80
Dr P.A. Redhead	2	02/07/80
Directeur Division de physique	33	04/12/80
Dr J.H. Simpson Projet Énergie solaire	4	09/07/80
Dr J.B. Taylor Responsable du programme Conversion et stockage	6	16/07/80
M. R.J. Templin Chef de laboratoire Aérodynamique des faibles vitesses	2	02/07/80
Institut de développement du Nouveau-Brunswick		
M. R.E. Tweeddale Président, Comité sur l'énergie	21	26/09/80
Fédération d'agriculture du Nouveau-Brunswick		
M. T. Demma Secrétaire-directeur	21	26/09/80
Newfoundland Light and Power Company		
M. G.J. Adams Trésorier	18	23/09/80
M. D.C. Hunt, Q.C. Directeur	18	23/09/80
M. A.F. Ryan Adjoint du directeur général	18	23/09/80
NOVA, an Alberta Corporation		
M. J.E. Feick Vice-président	15	10/09/80
Hydro-Ontario		
M. S. Stricker Division de la recherche Département de l'électricité	8	29/07/80

WITNESS	ISSUE	DATE
Scotia Liquicoal Limited		
Mr. J.R. Clore Jr. ..... Production Manager	19	24/09/80
Mr. R.M. Medjuck, Q.C. ..... Chairman	19	24/09/80
Mr. L.E. Poetschke ..... President	19	24/09/80
Solace Energy Centre		
Mr. V. Enns ..... Vice-President	14	09/09/80
Solar Applications and Research		
Mr. R.W. Bryenton ..... Professional Engineer	14	09/09/80
Mr. C.P. Mattock ..... Representative	14	09/09/80
Solar Energy Society of Canada Inc.		
Professor R. Chant ..... Treasurer	17	12/09/80
Dr. G. Yuill ..... Vice-Chairman	17	12/09/80
Town of Oromocto, New Brunswick		
Mr. N. Mills ..... Superintendant Public Works	21	26/09/80
Mr. W.C. Ripley ..... Mayor	21	26/09/80
Transport Canada		
Mr. N.R. Gore ..... Director Strategic Studies Branch	36	11/12/80
Mr. J.J. Gravel ..... Director General Research and Development	36	11/12/80
Mr. G.B. Maund ..... Strategic Studies	36	11/12/80
Union Gas		
Mr. R.S. Adie ..... Manager Contract Sales	12	05/09/80
Mr. S.T. Bellringer ..... Vice-President Regulatory Affairs	12	05/09/80

WITNESS	ISSUE	DATE
Individual Witnesses		
Mr. André Balu ..... Montreal, Quebec	11	04/09/80
Mr. D.C. Campbell ..... Montreal, Quebec	13	06/09/80
Hon. Jack Davis ..... M.L.A. North Vancouver-Seymour British Columbia	14	09/09/80
Mr. R. Dumont ..... Saskatoon, Saskatchewan	16	11/09/80
Dr. K. Hare ..... Provost of Trinity College University of Toronto	34	09/12/80
Professor J. Helliwell ..... Department of Economics University of British Columbia	14	09/09/80
Dr. R.F. Legget ..... Consultant Ottawa, Ontario	23	04/11/80
Professor M. Margolick ..... Department of Economics University of British Columbia	14	09/09/80
Mrs. Kay Matuseh ..... Vancouver, B.C.	14	09/09/80
Professor C.H. Miller ..... Department of Mechanical Engineering Technical University of Nova Scotia	19	24/09/80
Dr. Arthur Porter ..... Belfountain, Ontario	13	06/09/80
Professor D. Scott ..... Chairman Department of Mechanical Engineering University of Toronto	29	20/11/80
Professor F. Smith ..... Department of Chemistry Memorial University of Newfoundland	18	23/09/80
Professor G.B. Ward ..... Fredericton, New Brunswick	25	12/11/80
Mr. B.E. Werenskiold ..... Mississauga, Ontario	13	06/09/80

LISTE DES TÉMOINS	DOMAINE	DATE
Prince Edward Island Energy Corporation		
M. C.K. Brown Directeur exécutif	20	25/09/80
Travaux publics Canada		
Dr F. Snape Directeur, Projets d'énergie solaire	24	05/11/80
Institut royal d'architecture du Canada		
Mlle M. Demers Architecte	32	03/12/80
M. R. Elliott Directeur exécutif	32	03/12/80
M. J.O. Miller Vice-président	32	03/12/80
Saskatoon Environmental Society		
M. H. Boerma	16	11/09/80
Scotia Liquicoal Limited		
M. J.R. Clore, Jr. Directeur de la production	19	24/09/80
M. R.M. Medjuck, c.r. Président	19	24/09/80
M. L.E. Poetschke Président	19	24/09/80
Solace Energy Centre		
M. V. Enns Vice-président	14	09/09/80
Solar Applications and Research		
M. R.W. Bryenton Ingénieur	14	09/09/80
M. C.P. Mattock Représentant	14	09/09/80
Solar Energy Society of Canada Inc.		
Professeur R. Chant Trésorier	17	12/09/80
Dr G. Yuill Vice-président	17	12/09/80
Ville d'Oromocto, Nouveau-Brunswick		
M. N. Mills Directeur général, Travaux publics	21	26/09/80
M. W.C. Ripley Maire	21	26/09/80

LISTE DES TÉMOINS	DOMAINE	DATE
Transports Canada		
M. N.R. Gore Directeur Études stratégiques	36	11/12/80
M. J.J. Gravel Directeur général Recherche et développement	36	11/12/80
M. G.B. Maund Études stratégiques	36	11/12/80
Union Gas		
M. R.S. Adie Directeur, Ventes par contrat	12	05/09/80
M. S.T. Bellringer Vice-président Questions de réglementation	12	05/09/80
Témoins à titre personnel		
M. André Balu Montréal (Québec)	11	04/09/80
M. D.C. Campbell Montréal (Québec)	13	06/09/80
L'honorable Jack Davis Membre de l'Assemblée législative pour North Vancouver — Seymour (C.-B.)	14	09/09/80
M. R. Dumont Saskatoon (Saskatchewan)	16	11/09/80
Dr K. Hare Doyen de Trinity College University of Toronto	34	09/12/80
Professeur J. Helliwell Département d'économie University of British Columbia	14	09/09/80
Dr R.F. Legget Conseiller Ottawa, Ontario	23	04/11/80
Professeur M. Margolick Département d'économie University of British Columbia	14	09/09/80
Mme Kay Matuseh Vancouver (C.-B.)	14	09/09/80

INTERVENORS AT PUBLIC HEARINGS

INTERVENOR	ISSUE	DATE
Circul-Aire (Eastern) Incorporated, Montreal, Quebec		
Mr. S.E. Huza Executive Vice-President	11	04/09/80
Dr. B.C. Pant Vice-President Research and Development	11	04/09/80
Ecology Action Centre, Halifax, Nova Scotia		
Ms. Susan Holtz	19	24/09/80
Energy Systems Limited, Toronto, Ontario		
Mr. D. Hart President	12	05/09/80
Onakawana Development Limited, Ontario		
Mr. P. Turner	13	06/09/80
Mr. A. Olaf Wolff Vice-President and General Manager	13	06/09/80
South Okanagan Civil Liberties Society, Penticton, British Columbia		
Mr. Walt Taylor Vice-President	14	09/09/80
The Biomass Energy Institute Inc., Winnipeg, Manitoba		
Mr. E.E. Robertson Executive Director	17	12/09/80
The Crossroads Resource Group, Winnipeg, Manitoba		
Mr. L. McCall	17	12/09/80
Mr. H. Selles	17	12/09/80
Trinity Solar Project, Toronto, Ontario		
Reverend Patrick Doran Consultant National Affairs	12	05/09/80
Reverend Peter Hamel	12	05/09/80
Individual Intervenors		
Mr. T. DeMone Prince Edward Island	20	25/09/80
Mr. T. Easter Prince Edward Island	20	25/09/80
Mr. K. Emberley Winnipeg, Manitoba	17	12/09/80
Mr. A. Larochelle Toronto, Ontario	13	06/09/80
Mr. H.F. MacDonald Prince Edward Island	20	25/09/80
Mr. Dimitri Procos Technical University of Nova Scotia Halifax, Nova Scotia	19	24/09/80
Mr. Bruce Young Penticton, B.C.	14	09/09/80

LISTE DES TÉMOINS	DOMAINE	DATE
Professeur C.H. Miller Département de génie mécanique Technical University of Nova Scotia	19	24/09/80
Dr Arthur Porter Belfountain (Ontario)	13	06/09/80
Professeur D. Scott Président Département de génie mécanique University of Toronto	29	20/11/80
Professeur F. Smith Département de chimie Memorial University of Newfoundland	18	23/09/80
Professeur G.B. Ward Fredericton (N.-B.)	25	12/11/80
M. B.E. Werenskiold Mississauga (Ontario)	13	06/09/80

LISTE DES INTERVENANTS

INTERVENANTS	DOMAINE	DATE
Circul-Aire (Eastern) Incorporée, Montréal (Québec)		
M. S.E. Huza Vice-président exécutif	11	04/09/80
Dr B.C. Pant Vice-président Recherche et développement	11	04/09/80
Ecology Action Centre, Halifax (N.-É.)		
Ms. Susan Holtz	19	24/09/80
Energy Systems Limited, Toronto, Ontario		
M. D. Hart Président	12	05/09/80
Onakawana Development Limited, Ontario		
M. P. Turner	13	06/09/80
M. A. Olaf Wolff Vice-président et Directeur général	13	06/09/80
South Okanagan Civil Liberties Society, Penticton (Colombie-Britannique)		
M. Walt Taylor Vice-président	14	09/09/80
The Biomass Energy Institute Incorporated		
M. E.E. Robertson Directeur exécutif	17	12/09/80
The Crossroads Resource Group, Winnipeg (Manitoba)		
M. L. McCall	17	12/09/80
M. H. Selles	17	12/09/80
Trinity Solar Project, Toronto (Ontario)		
Reverend Patrick Doran Conseiller Affaires nationales	12	05/09/80
Reverend Peter Hamel	12	05/09/80
Intervenants individuels		
M. T. DeMone Île du Prince-Édouard	20	25/09/80
M. T. Easter Île du Prince-Édouard	20	25/09/80
M. K. Emberley Winnipeg (Manitoba)	17	12/09/80
M. A. Larochelle Toronto (Ontario)	13	06/09/80
M. H.F. MacDonald Île du Prince-Édouard	20	25/09/80
M. Dimitri Procos Université technique de Nouvelle-Écosse, Halifax, Nouvelle-Écosse	19	24/09/80
M. Bruce Young Penticton (C.-B.)	14	09/09/80

APPENDIX C

Witnesses at Informal Committee Hearings

List of witnesses who appeared before the Special Committee at informal hearings (not electronically recorded).

WITNESS	DATE
Allen-Drerup-White Limited, Toronto, Ontario	
Mr. G. Allen Principal	06/09/80
Ms. E. White Principal	06/09/80
Board of School Trustees, District No. 26, Fredericton, New Brunswick	
Mr. T. Joordens Director of Maintenance	14/11/80
Mr. R. Kilburn Chairman Property Committee	14/11/80
Mr. G. Young Member Property Committee	14/11/80
City of Fredericton, Fredericton, New Brunswick	
Mr. R. Danzinger Director of Planning	14/11/80
Conservation Council of New Brunswick, Fredericton, New Brunswick	
Mr. D. Silk President	14/11/80
Enerplan, Toronto, Ontario	
Mr. G. Ross President	06/09/80
Inertia Group Limited, Toronto, Ontario	
Mr. J. Lstiburek President	06/09/80
New Brunswick Electric Power Commission, Fredericton, New Brunswick	
Mr. K.B. Little Acting Assistant Treasurer	14/11/80
Mr. G.L. Titus Manager Strategic Development	14/11/80
Mr. P.J. Whalen Director Research and Development	14/11/80
Renewable Energy in Canada, Toronto, Ontario	
Mr. R. Argue President	06/09/80
The Hay River and Area Economic Development Corporation, Hay River, N.W.T.	
Mrs. F. Hasey Executive Manager	18/09/80
Yukon Conservation Society, Whitehorse, Yukon	
Ms. N. MacPherson President	19/09/80
Individual Witness	
Mr. M. Hambridge Whitehorse, Yukon	19/09/80

ANNEXE C

Témoins qui ont paru lors des réunions officieuses du Comité

Listes des témoins qui ont comparu devant le Comité spécial lors des réunions officieuses (pas enregistrées électroniquement).

TÉMOINS	DATE
Allen-Drerup-White Limited, Toronto, Ontario	
M. G. Allen Directeur	06/09/80
Ms. E. White Directeur	06/09/80
Commissaires du Conseil scolaire, District Nº 26 Fredericton (Nouveau Brunswick)	
M. T. Joordens Directeur de l'entretien	14/11/80
M. R. Kilburn Président Comité de propriété	14/11/80
M. G. Young Membre Comité de propriété	14/11/80
Ville de Fredericton, Fredericton, Nouveau-Brunswick	
R. Danzinger Directeur de la planification	14/11/80
Conservation Council - Nouveau Brunswick, Fredericton, Nouveau-Brunswick	
M. D. Silk Président	14/11/80
Enerplan, Toronto, Ontario	
M. G. Ross Président	06/09/80
Inertia Group Limited, Toronto, Ontario	
M. J. Lstiburek Président	06/09/80
Electric Power Commission - Nouveau-Brunswick, Fredericton, Nouveau-Brunswick	
M. K.B. Little Trésorier adjoint par interim	14/11/80
M. G.L. Titus Directeur Développement stratégique	14/11/80
M. P.J. Whalen Directeur Recherche et développement	14/11/80
Énergie renouvelable au Canada, Toronto, Ontario	
M. R. Argue Président	06/09/80
The Hay River and Area Economic Development Corporation, Hay River, T.N.-O.	
Mme. F. Hasey Directeur exécutif	18/09/80
Yukon Conservation Society, Whitehorse, Yukon	
Mme N. MacPherson Président	19/09/80
Témoins particuliers	
M. M. Hambridge Whitehorse, Yukon	19/09/80

APPENDIX D

Other Written Submissions Received

List of individuals and organizations who submitted briefs and letters to the Special Committee, but who did not appear as witnesses.

Baird, Mr. Hamilton, Moncton, New Brunswick
Barichello, Mr. C., Windsor, Ontario
Batho, Mr. David G., Ottawa, Ontario
Brown, Cherry L., The Conserver Society, Dunster, British Columbia
Bryan, Mr. R.C., Council of Forest Industries of British Columbia, Vancouver, British Columbia

Campbell, Mr. D.C., Canadian Electrical Association, Montreal, Quebec
Caron, Mr. Jean R., Honeywell Limited, Scarborough, Ontario
Chrysler, Mr. Geoffrey, Caliente Sun Systems, Ottawa, Ontario
Cote, Mr. R., Atomic Energy of Canada Limited, Ottawa, Ontario
Coulter, Mr. Philip E., Scarborough, Ontario

D'Amore, Mr. L.J., L.J. D'Amore and Associates Ltd., Montreal, Quebec
Dangerfield, Mr. James, The Hydrogen Organization, Independence, Missouri, U.S.A.
Daniel, Mr. C. William, Shell Canada Limited, Toronto, Ontario
Davies, Mrs. Kay, Canadian Institute of Planners, Ottawa, Ontario
Dechow, Mr. Dick R., St. Catherines, Ontario
Delisle, Mr. André, Bolé Inc., Quebec, Quebec
DeLong, Mr. E.A., Kanata, Ontario
Desautels, Mr. René C., Lubrimax Inc., Pointe Claire, Quebec
Dionne, Mr. Pierre-Yves, Ste-Foy, Quebec

Edell, Mr. Dennis, Hampton Technologies Corp. Ltd., Charlottetown, Prince Edward Island
Egglestone, Mr. A.E., Alberta Gas Chemicals Limited, Edmonton, Alberta
Ellenberger, Mr. Roger, ACCESS, Porters Lake, Nova Scotia

Fetter, Mr. Stephen, Sault-Ste-Marie, Ontario
Fischer, Mr. Karl, Chilliwack, British Columbia
Foster, Mr. David, Energy Pathways - Policy Research Group, Killaloe, Ontario

Glasstetter, Mr. Rudy, Toronto, Ontario
Gordon's Feversham Feeds, Feversham, Ontario
Grammenos, Mr. Fanis, ECODOMUS Development Limited, Ottawa, Ontario
Gurney, Mr. Peter R., Intercontinental Engineering Ltd., Vancouver, British Columbia
Gutsfeld, Mr. A., Hamilton, Ontario

Hale, Mr. Neville E., Fathom Oceanology Limited, Port Credit, Ontario
Hart, Mr. Norman S., Sydenham, Ontario
Hathaway, Mr. Norman B., Dietrich-Hathaway Energy Systems, Toronto, Ontario

Jalkotzy, Mr. Christoff, Solartic Energy Conscious Housing Inc., Ottawa, Ontario
Jones, Mr. Trevor, Vancouver, British Columbia
Jones, Mrs. Anne H., The Regional Municipality of Hamilton-Wentworth, Hamilton, Ontario
Jones, Mr. R., Realyne Machine and Design, Orangeville, Ontario
Jones, Mr. R.D., The Conserver Society, Dunster, British Columbia

Kashtan, Mr. William, Communist Party of Canada, Toronto, Ontario
Keyes, Mr. Thomas E., Regina, Saskatchewan

Lavoie, Mr. Joseph, Montreal, Quebec
Leadman, Mr. Douglas, Perth, Ontario
Lépine, Mr. Yves, Ste-Anne-de-Bellevue, Quebec
Lewis, Mr. Jay, South Okanagan Environmental Coalition, Penticton, British Columbia
Lewis, Mr. Ray, Langley, British Columbia

MacKinnon, Mr. Charles, Victoria, British Columbia
Marlor, Mr. Lloyd, Sol-Term Research Limited, West Vancouver, British Columbia
Marshall, Mr. Gary E., OMNIUM Consultants Co., Ottawa, Ontario
Martin, Mr. Conrad, Wyoming, Ontario
Martin, Professor David, Lakehead University, Thunder Bay, Ontario
Matas, Mr. David, Winnipeg, Manitoba
McClure, Mr. Robert, Hamilton, Ontario
McCorquodale, Mr. R.P., Wetcom Engineering Limited, Scarborough, Ontario
McFadden, Mr. David J., LeRoy-Somer Canada Limited, Mississauga, Ontario

ANNEXE D

Autres documents écrits reçus

Listes des particuliers et des organismes qui ont soumis des mémoires et lettres au Comité spécial mais qui n'ont pas comparu à titre de témoins.

Baird, M. Hamilton, Moncton (Nouveau-Brunswick)
Barichello, M.C., Windsor (Ontario)
Batho, M. David G., Ottawa (Ontario)
Brown, Mme Cherry L., The Conserver Society, Dunster (C.-B.)
Bryan, M. R.C., Council of Forest Industries of British Columbia, Vancouver (C.-B.)

Campbell, M. D.C., Association canadienne de l'électricité, Montréal (Québec)
Caron, M. Jean R., Honeywell Limited, Scarborough (Ontario)
Chrysler, M. Geoffrey, Caliente Sun Systems, Ottawa (Ontario)
Côté, M. R., Energie atomique du Canada Limitée, Ottawa (Ontario)
Coulter, M. Philip E., Scarborough (Ontario)

D'Amore, M. L.J., L.J. D'Amore and Associates Limitée, Montréal (Québec)
Dangerfield, M. James, The Hydrogen Organization, Independence, Missouri (USA)
Daniel, M. C. William, Shell Canada Limitée, Toronto (Ontario)
Davies, Mme Kay, Canadian Institute of Planners, Ottawa (Ontario)
Dechow, M. Dick R., St. Catharines (Ontario)
Delisle, M. André, Bolé Inc., Québec (Québec)
DeLong, M. E.A., Kanata (Ontario)
Desautels, M. René C., Lubrimax Inc., Pointe Claire (Québec)
Dionne, M. Pierre-Yves, Ste-Foy (Québec)

Edell, M. Dennis, Hampton Technologies Corp. Ltd., Charlottetown (I.P.-E.)
Egglestone, M. A.E., Alberta Gas Chemicals Limited, Edmonton (Alberta)
Ellenberger, M. Roger, ACCESS, Porters Lake (N.-E.)

Fetter, M. Stephen, Sault-Ste-Marie (Ontario)
Fischer, M. Karl, Chilliwack (C.-B.)
Foster, M. David, Energy Pathways - Policy Research Group, Killaloe (Ontario)

Glasstetter, M. Rudy, Toronto (Ontario)
Gordon's Feversham Feeds, Feversham (Ontario)
Grammenos, M. Fanis, ECODOMUS Development Limited, Ottawa (Ontario)
Gurney, Mr. Peter R., Intercontinental Engineering Ltd., Vancouver (C.-B.)
Gutsfeld, M.A., Hamilton (Ontario)

Hale, M. Neville E., Fathom Oceanology Limited, Port Credit (Ontario)
Hart, M. Norman S., Sydenham (Ontario)
Hathaway, M. Norman B., Dietrich-Hathaway Energy Systems, Toronto (Ontario)

Jalkotzy, M. Christoff, Solartic Energy Conscious Housing Inc., Ottawa (Ontario)
Jones, M. Trevor, Vancouver (C.-B.)
Jones, Mme. Anne H., The Regional Municipality of Hamilton-Wentworth, Hamilton (Ontario)
Jones, M.R., Realyne Machine and Design, Orangeville (Ontario)

Kashtan, M. William, Parti communiste du Canada, Toronto (Ontario)
Keyes, M. Thomas E., Regina (Saskatchewan)

Lavoie, M. Joseph, Montréal (Québec)
Leadman, M. Douglas, Perth (Ontario)
Lépine, M. Yves, Ste-Anne-de-Bellevue (Québec)
Lewis, M. Jay, South Okanagan Environmental Coalition, Penticton (C.-B.)
Lewis, M. Ray, Langley (C.-B.)

MacKinnon, M. Charles, Victoria (C.-B.)
Marlor, Lloyd, Sol-Term Research Limited, West Vancouver (C.-B.)
Martin, M. Conrad, Wyoming (Ontario)
Martin, Professeur David, Lakehead University, Thunder Bay (Ontario)
Matas, M. David, Winnipeg (Manitoba)
McClure, M. Robert, Hamilton (Ontario)
McCorquodale, M. R.P., Wetcom Engineering Limited, Scarborough (Ontario)
McFadden, M. David J., LeRoy-Somer Canada Limited, Mississauga (Ontario)
McKinley, M. B., Athans Chemicals, Ottawa (Ontario)
Mehler, M. Ted, Yellowknife, (T.N.-O.)
Michrowski, Dr Andrew, Planetary Association for Clean Energy Inc., Ottawa (Ontario)

Newton, M. Ken, Ottawa (Ontario)
Noble, M.G., IOTECH Corporation Ltd., Ottawa (Ontario)
Northover, M. A.C., Newmarket (Ontario)

McKinley, Mr. B., Athans Chemicals, Ottawa, Ontario
Mehler, Mr. Ted, Yellowknife, Northwest Territories
Michrowski, Dr. Andrew, Planetary Association for Clean Energy Inc., Ottawa, Ontario

Newton, Mr. Ken, Ottawa, Ontario
Noble, Mr. G., IOTECH Corporation Ltd., Ottawa, Ontario
Northover, Mr. A.C., Newmarket, Ontario

Olivier, Mr. Mario, Bolé Inc., Quebec, Quebec
O'Shaughnessy, Mr. M., Ottawa, Ontario

Pallasch, Mrs. Elsie, Stoney Creek, Ontario
Perley, Mr. Daniel R., OMNIUM Consultants Co., Ottawa, Ontario
Pill, Dr. Juri, Toronto Transit Commission, Toronto, Ontario

Quittenton, Mr. R.C., Quittenton Associates, Saskatoon, Saskatchewan

Schneider, Mr. M.H., University of New Brunswick, Fredericton, New Brunswick
Shapiro, Dr. M.M., Montreal, Quebec
Sinclair, Mr. G., Laser Fusion Limited, Concord, Ontario
Smith, Mr. L.A., Stanfer Manufacturing Co. Ltd., Montreal, Quebec
Stepp, Mr. Math, Moose Jaw, Saskatchewan
Strang, Mr. D.K., Canadian Resourcecon Ltd., Calgary, Alberta
Street, Mr. R.J., Mohawk Lubricants Limited, North Vancouver, British Columbia

Teekman, Mr. Nicholas, Dynamo Genesis Inc., Charlottetown, Prince Edward Island
Thomson, Mr. William, Canadian Institute of Planners, Waterloo, Ontario
Thornton, Mr. S., Unionville, Ontario
Tidman, Mr. C., Nepean, Ontario
Turvolgyi, Mr. B.L., DuPont Canada Incorporated, Montreal, Quebec

Vandezande, Mr. Gerald, C.J.L. Foundation, Toronto, Ontario
Vigrass, Dr. Lawrence, University of Regina, Regina, Saskatchewan

Wilson, Mr. J.E., Ontario Hydro, Toronto, Ontario

Olivier, Mario, Bolé Inc., Québec (Québec)
O'Shaughnessy, M. M., Ottawa (Ontario)

Pallasch, Mme Elsie, Stoney Creek (Ontario)
Perley, M. Daniel R., OMNIUM Consultants Co., Ottawa (Ontario)
Pill, Dr Juri, Toronto Transit Commission, Toronto (Ontario)

Quittenton, M. R.C., Quittenton Associates, Saskatoon (Saskatchewan)

Schneider, M. M.H., University of New Brunswick, Fredericton (N.-B.)
Shapiro, Dr M.M., Montréal (Québec)
Sinclair, M. G., Laser Fusion Limited, Concord (Ontario)
Smith, M. L.A., Stanfer Manufacturing Co. Ltd., Montréal (Québec)
Stepp, M. Math, Moose Jaw (Saskatchewan)
Strang, M. D.K., Canadian Resourcecon Ltd., Calgary (Alberta)
Street, R.J., Mohawk Lubricants Limited, North Vancouver (C.-B.)

Teekman, M. Nicholas, Dynamo Genesis Inc. (I.P.-E.)
Thornton, M. S., Unionville (Ontario)
Tidman, M. C., Nepean (Ontario)
Turvolgyi, M. B.L., DuPont Canada Incorporé, Montréal (Québec)

Vandezande, M. Gerald, C.J.L. Foundation, Toronto (Ontario)
Vigrass, Dr Lawrence, University of Regina, Regina (Saskatchewan)

Wilson, M. J.E., Ontario Hydro, Toronto (Ontario)

APPENDIX E

Committee Travel

TRAVEL IN CANADA

The Committee visited every Province and the Yukon and Northwest Territories during the course of its study. In each capital city, in addition to holding public hearings, the Committee met with government representatives.The Committee also visited a number of facilities concerned with alternative energy development.

ALBERTA

Ministry of Energy and Natural Resources

Hon. C. Mervin Leitch, Minister
G.B. Mellon, Deputy Minister, Energy Resources
Thomas Ryley, Senior Analyst

BRITISH COLUMBIA

British Columbia Hydro and Power Authority

Joseph Stauder, Geothermal Energy Division
Bob Woodley

Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources

Robert W. Durie, Assistant Deputy Minister of Petroleum Resources
James Hill
Doug Horswill, Director, Policy Development, Energy Resources Branch
Harry Swain, Assistant Deputy Minister of Energy Resources

Ministry of Universities, Science and Communications

R.W. Stewart, Deputy Minister

FEDERAL GOVERNMENT AGENCIES

Energy Research Laboratories, Canada Centre for Mineral and Energy Technology (CANMET), Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa

E.J. Anthony, Fluidized-bed Combustion
R.W. Braaten, Automotive Fuel and Domestic Heating Technology
T.D. Brown, Manager, Coal Resource and Processing Laboratory
F.D. Friedrich, Research Scientist, Canadian Combustion Research Laboratory
V.A. Haw, Acting Director-General, CANMET
G.K. Lee, Manager, Canadian Combustion Research Laboratory
B.I. Parsons, Chief, Energy Research Laboratories
H. Whaley, Coal Combustion

National Research Council, Montreal Road Laboratories, Ottawa

The Committee's visit to the NRC facilities was combined with a public hearing and the participants are listed in Appendix B.

MANITOBA

Department of Energy and Mines

M.A. Chochinov, Director, Energy Management Branch
L.P. Haberman, Director, Conservation and Renewable Energy Branch
Paul E. Jarvis, Deputy Minister

Manitoba Energy Council

William McDonald, Secretary

NEW BRUNSWICK

Hon. Richard Hatfield, Premier

Department of Natural Resources

Robert Watson, Coordinator, Policy Planning
John Williamson, Energy Secretariat

Ministry of Finance and Minister Responsible for Energy Policy

Hon. Fernand G. Dubé, Minister

New Brunswick Coal Limited

L.S. Armstrong, President and General Manager

New Brunswick Electric Power Commission

Hon. G.W.N. Cockburn, Q.C., Chairman

NEWFOUNDLAND

Department of Mines and Energy

Hon. Leo D. Barry, Minister
Doug Inkster, Director, Hydro-Electric Division
John H. McKillop, Deputy Minister
Edward Power, Assistant Deputy Minister, Energy

Newfoundland and Labrador Hydro

Victor Young, Chairman

ANNEXE E

Déplacements du Comité

DÉPLACEMENTS AU CANADA

Le Comité a visité les dix provinces et les territoires du Yukon et du Nord-Ouest, dans le cadre de son étude. Dans chaque capitale, en plus de nos séances publiques, nous avons rencontré les représentants du gouvernement. Nous avons également visité un certain nombre d'installations consacrées aux divers aspects des énergies de remplacement.

ALBERTA

Ministère de l'énergie et des ressources naturelles

Hon. C. Mervin Leitch, Ministre
G.B. Mellon, Sous-ministre, Ressources énergétiques
Thomas Ryley, Analyste principal

COLOMBIE-BRITANNIQUE

Hydro and Power Authority (Office de l'électricité), Colombie-Britannique

Joseph Stauder, Division de l'énergie géothermique
Bob Woodley

Ministère de l'énergie, des mines et des ressources naturelles

Robert W. Durie, sous-ministre adjoint, Ressources en pétrole
James Hill
Doug Horswill, Directeur, Développement des politiques, Division des ressources énergétiques
Harry Swain, Sous-ministre adjoint des ressources énergétiques

Ministère des universités, des sciences et des communications

R.W. Stewart, sous-ministre

ORGANISMES DU GOUVERNEMENT FÉDÉRAL

Laboratoires de recherche sur l'énergie, Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa

E.J. Anthony, Combustion sur lit fluidifié
R.W. Braaten, Carburant automobile et technologie du chauffage domestique
T.D. Brown, Directeur, Laboratoire de ressource et de traitement du charbon
F.D. Friedrich, chercheur, Laboratoire canadien de recherche sur la combustion
V.A. Haw, Directeur général, CANMET
G.K. Lee, Directeur, Laboratoire canadien de recherche sur la combustion
B.I. Parsons, chef des laboratoires de recherche sur l'énergie
H. Whaley, Combustion du charbon

Centre national de la recherche, laboratoires du Chemin de Montréal, Ottawa

La visite des installations du CNR pas le Comité a été combinée avec une audience publique dont les participants sont énumérés à l'Annexe B.

MANITOBA

Ministère de l'Énergie et des Mines

M.A. Chochinov, Directeur de la gestion de l'énergie
L.P. Haberman, Directeur de la conservation et des énergies renouvelables
Paul E. Jarvis, Sous-ministre

Conseil manitobain de l'énergie

William McDonald, Secrétaire

NOUVEAU-BRUNSWICK

L'Hon. Richard Hatfield, Premier ministre

Ministère des Ressources naturelles

Robert Watson, Coordinateur, Élaboration de la politique
John Williamson, Secrétaire à l'énergie

Ministre des Finances et Ministre responsable de la politique énergétique

L'Hon. Fernand G. Dubé, Ministre

New Brunswick Coal Limited

L.S. Armstrong, Président et directeur général

Commission de l'électricité du Nouveau-Brunswick

L'Hon. G.W.N. Cockburn, c.r., président

NORTHWEST TERRITORIES

John Parker, Commissioner of the Northwest Territories

Department of Renewable Resources

Jim Cumming, Chief, Energy Conservation
Peter Hart, Special Assistant on Energy to Minister of Renewable Resources

NOVA SCOTIA

Department of Mines and Energy

Hon. Ronald T. Barkhouse, Minister
John French, Director, Energy Management
Vaughn Munroe
Carey Ryan, Senior Engineer
W.S. Shaw, Deputy Minister

ONTARIO

Ministry of Energy

H.F. Bakker, Renewable Energy Program
Richard Fry, Renewable Energy Program
R.M.R. Higgin, Director, Renewable Energy Program
Syd Johnson, Renewable Energy Program
I.B. MacOdrum, Executive Coordinator, Conventional Energy
W.W. Stevenson, Executive Coordinator, Strategic Planning and Analysis
Bunli Yang, Senior Advisor, Transportation and Renewable Energy

Ministry of Natural Resources, Kemptville

P.E. Anslow, Regional Forester, Eastern Region
B.A. Barkley, Program Forester, Hybrid Poplar Program
A.J. Campbell, Nursery Superintendant
J. Carrington, Information Officer
D.P. Drysdale, Energy Co-ordinator for the Ministry
R.W. Evers, Program Forester, Hybrid Poplar Program
B.E. Hollingsworth, Program Technician, Hybrid Poplar Program
R.K. Keane, Program Technician, Hybrid Poplar Program
J.R. Oatway, Regional Director, Eastern Region
W.E. Raitanen, Regional Forestry Specialist

Ministry of Transportation and Communications

K.O. Sharratt, Manager, Transportation Energy Management Program

Ontario Energy Corporation

Peter Lamb, Executive Vice-President

Ontario Hydro

J.E. Wilson, Manager, Public Hearings

Ontario Hydrogen Energy Task Force

Arthur C. Johnson, Chairman

Solartech Limited

Scott Griffin
David Wood, President

PRINCE EDWARD ISLAND

Hon. J. Angus MacLean, Premier

Ministry of Tourism, Industry and Energy

Hon. Barry R. Clark, Minister

QUEBEC

Brace Research Institute, Faculty of Engineering, Macdonald College of McGill University, Ste-Anne-de-Bellevue, Quebec

T.A. Lawand, Director

Hydro-Québec, Magdalen Islands Vertical Axis Wind Turbine

Ministère de l'Énergie et des Ressources

Pierre Baillargeon, Adjoint aux affaires intergouvernmentales
Jean Guérin, Directeur, Direction de l'analyse économique et financiare
Denis L'Homme, Directeur, Direction générale des energies conventionnelles
Gilles Toussingnant, Directeur, Direction de la production et de l'approvisionnement
Gilles St-Hilaire, Directeur, Direction des programmes des energies nouvelles

SASKATCHEWAN

Saskatchewan Mineral Resources

Fred Heal, Director, Office of Energy Conservation
Jim Hutchinson, Assistant Director and Coordinator, Energy Research and Development, Policy Planning and Research
Ron Sully, Director, Policy Planning and Research
Menna Weese, Energy Policy Advisor, Policy Planning and Research

YUKON

Ministry of Tourism and Economic Development

Hon. Dan Lang, Minister

TERRE-NEUVE

Ministère des mines et de l'énergie

L'Hon. Leo D. Barry, Ministre
Doug Inkster, Directeur, Hydro-Electric Division
John H. McKillop, sous-ministre
Edward Power, Sous-ministre adjoint, Énergie

Newfoundland and Labrador Hydro (Hydro de Terre-Neuve et du Labrador)

Victor Young, Président

TERRITOIRES DU NORD-OUEST

Ministère des ressources renouvelables

Jim Cumming, Chef, Conservation de l'énergie
Peter Hart, Auxiliaire spécial du Ministre des ressources renouvelables en matière d'énergie
John Parker, Commissaire des Territoires du Nord-Ouest

NOUVELLE-ÉCOSSE

Ministère des mines et de l'énergie

L'Hon. Ronald T. Barkhouse, Ministre
John French, Directeur, Gestion de l'énergie
Vaughn Munroe
Carey Ryan, Ingénieur principal
W.S. Shaw, Sous-ministre

ONTARIO

Ministère de l'Énergie

H.F. Bakker, Programme des énergies renouvelables
Richard Fry, Programme des énergies renouvelables
R.M.R. Higgin, Directeur, Programme des énergies renouvelables
Syd Johnson, Programme des énergies renouvelables
I.B. MacOdrum, Coordinateur exécutif, énergies conventionnelles
W.W. Stevenson, Coordinateur exécutif, Planification et analyse de la stratégie
Bunli Yang, Conseiller principal, Transport et énergies renouvelables

Ministère des ressources naturelles, Kemptville

P.E. Anslow, Garde forestier régional, Est
B.A. Barkley, Agent forestier programme, Hybrid Poplar Program
A.J. Campbell, Directeur—pépinières
J. Carrington, Agent d'information
D.P. Drysdale, Coordonnateur de l'énergie pour le Ministère
R.W. Evers, Agent forestier—Programme, Hybrid Poplar Program
B.E. Hollingsworth, Technicien—Programme, Hybrid Poplar Program
R.K. Keane, Technicien—Programme, Hybrid Poplar Program
J.R. Oatway, Directeur régional, Est
W.E. Raitanen, Spécialiste régional en foresterie

Ministère des transports et des communications

K.O. Sharratt, Directeur, Transportation Energy Management Program

Ontario Energy Corporation (Corporation de l'énergie de l'Ontario)

Peter Lamb, Vice-président exécutif

Ontario Hydro

J.E. Wilson, Directeur, Audiences publiques

Ontario Hydrogen Energy Task Force (Groupe de travail sur l'hydrogène de l'Ontario)

Arthur C. Johnson, Président

Solartech Limited

Scott Griffin
David Wood, Président

Île du Prince-Édouard

L'Hon. J. Angus MacLean, Premier ministre

Ministère du tourisme, de l'industrie et de l'énergie

L'Hon. Barry R. Clark, Ministre

QUÉBEC

Institut de recherche Brace, Faculté de génie, Collège Macdonald de l'Université McGill, Ste-Anne-de-Bellevue, Québec

T.A. Lawand, Directeur

Hydro-Québec, Éolienne à axe vertical des Îles-de-la-Madeleine

Ministère de l'Énergie et des Ressources

Pierre Baillargeon, Adjoint aux affaires intergouvernementales
Jean Guérin, Directeur, Direction de l'analyse économique et financière
Denis L'Homme, Directeur, Direction générale des énergies conventionnelles
Gilles Toussignant, Directeur, Direction de la production et de l'approvisionnement
Gilles St-Hilaire, Directeur, Direction des programmes des énergies nouvelles

SASKATCHEWAN

Ressources minérales de la Saskatchewan

Fred Heal, Directeur, Bureau de la conservation de l'énergie

INTERNATIONAL TRAVEL

The Committee divided into subcommittees for the international travel to obtain as broad an input as possible from the public and private sectors in the countries visited, and to cover a variety of alternative energy facilities.

BRAZIL

Vice-President of the Republic of Brazil

Antonio Aureliano Chaves de Mendonca, Vice-President and Director of National Energy Program

COALBRA - Coque e Alcool de Madeira S.A., Sao Paulo

Renzo Dino Sergente Rossa, Technical Director

Committee of Mines and Energy, Brasilia

Deputy Génesio de Barros, Chairman

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria), Brasilia

Dr. Ademar Brandini
Dr. Flavio Couto
Dr. Porto

Ford Brazil, Sao Paulo

Luc de Serran, Chief Engineer
Lyn Folstead, President
Robert Gerrity, Vice-President
Larry Kazanoushi, Director
Wellington Young, General Planning Manager

Forum das Americas/Brasilinvest

David Dana, Director, Formas das Americas
de M. Junqueira, Project Director, Brasilinvest
Samsao Woiler, Executive Director, Brasilinvest

Fundacao de Tecnologia Industrial (Division of Ministry of Industry and Commerce), Rio de Janeiro

Alexandre Henriques
Nancy Iueiroz de Anaijo
Ferga Rosenthal

Petrobras, Rio de Janeiro

Rolf Brauer
Dieter Brodhun
Dr. Ivo
Marco Luiz dos Santos
Ileana Williams, Head, Product Development Division

Secretaria da Industria, Comerico, Ciencia e Tecnologia, Sao Paulo

Vincente Chiaverini, Executive Vice-President, Science and Technology Council

Secretariat of Industrial Technology, Brasilia

Marcos Lima Fernandes, Executive Director of the National Executive Alcohol Commission (CENAL)
Lourival Carmo Monaco

Sondotecnia Engenharia, Rio de Janeiro

Jamie Rotstein, Directore-Presidente

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Paulo Gomes, Director, Coordenacao dos Programas de Pos-Graduaco de Enginharia
Flavio Grynszpan
Carlos Russo

FRANCE

Commissariat à l'Energie Solaire, Paris

M. Yves Perras

L'Agence Pour Les Economies d'Energie, Paris

M. Maillard, Economics of Renewable Energy
M. Jean Poulit

La Centrale de Chauffage Urbain de Paris

M. Triboulet, Plant Manager

La Rance Tidal Power Station, Dinard

M. Julliard, Electricité de France

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), Paris

Ambassador Gherson, Canadian Ambassador to the OECD
Dr. Eric Willis, Director of Research, Development and Application of Technologies, International Energy Agency

Solar Furnace, Odeillo, Pyrénées Orientales

Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)

ICELAND

Ministry of Energy and Industry

Pall Flygenring, Secretary General of Ministry of Energy
Hon. Hjorleifur Guttormsson, Minister

National Power Company, Reykjavik

Johann Mar Mariusson, Head of Engineering

State Electric Power Works, Reykjavik

Steiner Fridgeirsson, Head of Planning Division
Kristjan Jonsson, Managing Director

IRELAND

Bord na Mona, Dublin

John Crowe
Derry Greena, County Kildare
Bob Laird, Senior Administrative Engineer
P. McEvilly, General Works Manager, Head Office
Dennis O'Rourke, Manager
Tom Quinn, Manager, Clonsast Bog
Lewis Rhatigen, Managing Director

Jim Hutchinson, Directeur adjoint et coordonnateur Recherche et développement en matière d'énergie, Planification de la politique et recherche
Ron Sully, Directeur, Planification de la politique et recherche
Menna Weese, Conseiller en matière de politique énergétique, Planification de la politique et recherche

YUKON

Ministère du tourisme et du développement économique

L'Hon. Dan Lang, Ministre

DÉPLACEMENTS INTERNATIONAUX

Le Comité s'est divisé en sous-comités, pour les déplacements internationaux afin d'obtenir le plus de données possible de la part des secteurs public et privé des pays visités ainsi que pour étudier diverses installations d'énergie de remplacement.

BRÉSIL

COALBRA — Coque e Alcool de Madeira S.A., Sao Paulo

Renzo Dino Sergente Rossa, Directeur technique

Comité sur les mines et l'énergie

Député Génesio de Barros, Président

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria), Brasilia

Dr Ademar Brandini
Dr Flavio Couto
Dr Porto

Ford Brazil, Sao Paulo

Luc de Serran, Ingénieur en chef
Lyn Folstead, Président
Robert Gerrity, Vice-président
Larry Kazanoushi, Directeur
Wellington Young, Directeur de la planification générale

Forum das Americas/Brasilinvest

David Dana, Directeur
de M. Junqueira, Directeur de projet, Brasilinvest
Samsao Woiler, Directeur exécutif, Brasilinvest

Fundacao de Tecnologia Industrial (Division du ministère de l'Industrie et du Commerce), Rio de Janeiro

Alexandre Henriques
Nancy Iueiroz de Anaijo
Ferga Rosenthal

Petrobras, Rio de Janeiro

Rolf Brauer
Dieter Brodhum
Dr Ivo
Marco Luiz dos Santos
Ileana Williams, Chef de la division de développement des produits

Secretaria da Industria, Comerico, Ciencia e Technologia, Sao Paulo

Vincente Chiaverini, Vice-président exécutif, Conseil des Sciences et de la Technologie

Secrétariat à la technologie industrielle, Brasilia

Marcos Lima Fernandes, Directeur exécutif de la Commission exécutive nationale sur l'alcool (CENAL)
Lourival Carmo Monaco

Sondotecnia Engenharia, Rio de Janeiro

Jamie Rotstein, Directeur-Président

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Paulo Gomes, Directeur, Coordenacao dos Programas de Pos-Graduaco de Enginharia
Flavio Grynszpan
Carlos Russo

Vice-président de la République du Brésil

Antonio Aureliano Chaves de Mendonca, Vice-président et directeur du programme national de l'énergie

FRANCE

Commissariat à l'Énergie Solaire, Paris

M. Yves Perras

L'Agence pour les Économies d'Énergie, Paris

M. Maillard, Économie — Énergies renouvelables
M. Jean Poulit

La Centrale de Chauffage Urbain de Paris

M. Triboulet, Directeur de la centrale

Usine marémotrice de la Rance

M. Julliard, Électricité de France

Organisation pour la coopération et le développement économiques (OCDE)

Ambassadeur Gherson, Ambassadeur du Canada à l'OCDE
Dr Eric Willis, Directeur de la recherche, Développement et application des technologies, Agence internationale de l'énergie

Four solaire, Odeillo, Pyrénées Orientales

Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)

Eamon Kinsella
Tom O'Flaherty, Kinseally Research Centre

ITALY

Dr. S. Verrie, Duomo Imports Limited, Milan

SWEDEN

Secretariat for International Affairs

Carl Ivar Ohman, Director
Lars-Ake Erikson

Commission for Energy Research, Stockholm

Sigfrid Wennerberg

Department of Industry

Harold Hagermark

UNITED STATES

Mr. Harry Horne, Canadian Consul General, San Francisco

Congress of the United States, Energy Research and Production Subcommittee, Washington, D.C.

Congressman Mike McCormack, Chairman
Staff of the Subcommittee

Congressional Research Service, Washington, D.C.

James E. Mielke, Analyst in Marine and Earth Sciences
J. Glen Moore, Analyst in Energy Technology
Lani Hummel Raleigh, Energy, Aerospace and Transportation Section Head
Migdon Segal, Analyst in Energy Technology

Department of Energy, Washington, D.C.

C. Worthington Batemah, Under Secretary of Energy
Paul Brown, Director, Electric and Hybrid Vehicle Program, Office of Transportation Programs, Conservation and Solar Energy
Ambassador Halsey G. Handyside, Deputy Assistant Secretary for International, Nuclear and Technical Programs, International Affairs
James S. Kane, Associate Director for Basic Energy Sciences, Energy Research
Richard Passman, Director, Office of Coal Resource Management, Resource Applications
Michael Roberts, Director of Planning and Projects, Energy Research
Jack Solsberry, Deputy Director, Geothermal Energy Division, Resource Applications
Joel Weiss, Executive Assistant to the Deputy Assistant Secretary for Solar Energy, Conservation and Solar Energy

Electric Power Research Institute, Palo Alto, California

Ed DeMeo, Solar and Wind Energy
Shelton Ehrlich, Program Manager, Fluidized Combustion, Coal Combustion Systems Division
Walt Esselman, Manager, Strategic Planning Department
Neville Holt, Coal Gasification
Evan Hughes, Project Manager, Advanced Geothermal Systems
R. Rhodes, Member, Technical Staff, Policy Planning Division
Robert Scott, Program Manager, Fusion Power Systems Program
Ron Wolk, Coal Liquids

Georgetown University, Washington, D.C.

Dan Farrell
G. Shaff, Power Plant Manager
S.E. Winberg, Service Engineer, Foster Wheeler Energy Corporation

H-Coal Plant, Catlettsburg, Kentucky

James K. Farley, U.S. Department of Energy
Harold H. Stotler, Technical Manager

Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, California

Roger Batzel, Director
John Cooper, Co-principal Investigator, Metal-Air Battery Program
John Emmett, Associate Director, Laser Fusion Program
Mortimer L. Mendelsohn, Biomedical and Environmental Research Division
Richard Post, Deputy Associate Director, Magnetic Fusion Energy Physics
Erik Storm, Assistant Associate Director, Laser Fusion Program
Kenneth Street, Associate Director for Energy and Resource Programs

Office of Technology Assessment, Washington, D.C.

John Gibbons, Director
Lionel Johns, Assistant Director, Energy, Materials and International Security Division
Nancy Naismith, Project Director, Energy Program, Energy, Materials and International Security Division
Marvin Ott, Director, Congressional and Institutional Relations
Richard Rowberg, Energy Program Manager, Energy, Materials and International Security Division

Pacific Gas and Electric, The Geysers Geothermal Electric Development, California

Jack Trotter, Public Activities Representative, Geysers Project

Plasma Physics Laboratory, Princeton University, Princeton, New Jersey

K. Bol, Head, Princeton Demonstration Experiment (PDX)
H.P. Furth, Program Director
M.B. Gottlieb, Director

ISLANDE

Ministère de l'Énergie

Pall Flygenring, Secrétaire général du ministère de l'Énergie
L'Hon. Hjorleifur Guttormsson, Ministre

Compagnie nationale d'électricité, Reykjavik

Johann Mar Mariusson, Chef de l'ingénierie

Usines de production électrique d'État, Reykjavik

Steiner Fridgeirsson, Chef de la division de planification
Kristjan Jonsson, Directeur de la gestion

IRLANDE

Borad na Mona, Dublin

John Crowe
Derry Greena, County Kildare
Bob Laird, Ingénieur administratif principal
P. McEvilly, Directeur des travaux généraux, bureau principal
Dennis O'Rourke, Directeur
Tom Quinn, Directeur, Clonsast Bog
Lewis Rhatigen, Directeur exécutif
Eamon Kinselle
Tom O'Flaherty, Centre de recherche de Kinseally

ITALIE

Dr S. Verrie, Duomo Imports Limited, Milan

SUÈDE

Secrétariat aux affaires internationales

Carl Ivar Ohman, Directeur
Lars-Ake Erikson

Commission de la recherche sur l'énergie, Stockholm

Sigfrid Wennerberg

Ministère de l'Industrie

Harold Hagermark

ÉTATS-UNIS

M. Harry Horne, Commissaire commercial du Canada, San Francisco

Congrès des États-Unis, Sous-comité de la production et recherche énergétique, Washington, D.C.

Mike Cormack, Membre du Congrès, Président
Membres du sous-comité

Service de recherche du Congrès, Washington, D.C.

James E. Mielke, Analyste — Sciences maritimes et terrestres
J. Glen Moore, Analyste — Technologie de l'énergie
Lani Hummel Raleigh, Chef de la division de l'énergie, de l'aérospatial et des transports
Migdon Segal, Analyste — Technologie de l'énergie

Ministère de l'énergie, Washington, D.C.

C. Worthington Batemah, secrétaire adjoint à l'énergie
Paul Brown, Directeur, Programme des véhicules électriques et hybrides, Programmes du bureau des transports, Conservation et énergie solaire
Ambassador Halsey G. Handyside, sous-secrétaire adjoint, Programmes internationaux, nucléaires et techniques, Affaires internationales
James S. Kane, Directeur adjoint — Sciences de l'énergie de base, Recherche sur l'énergie
Richard Passman, Directeur, Bureau de gestion des ressources en charbon, Applications des ressources
Michael Roberts, Directeur de la planification et des projets, Recherche sur l'énergie
Jack Solsberry, Directeur adjoint, Division de l'énergie géothermique, Applications des ressources
Joel Weiss, Adjoint exécutif du sous-secrétaire adjoint, Énergie solaire, Conservation et énergie solaire

Institut de recherche sur l'électricité, Palo Alto, Californie

Ed DeMeo, Énergie solaire et éolienne
Shelton Ehrlich, Gérant de programme, Combustion fluidifiée, Division des systèmes de combustion du charbon
Walt Esselman
Neville Holt, Gazéification du charbon
Evan Hughes, Gérant de projet, Systèmes géothermiques avancés
R. Rhodes, Membre du personnel technique, Division de la planification des politiques
Robert Scott, Gérant de programme, Programme des systèmes d'électricité par la fusion
Ron Wolk, liquides de charbon

Université Georgetown, Washington, D.C.

Dan Farrell
G. Shaff, Directeur de la centrale électrique
S.E. Winberg, Ingénieur d'entretien, Foster Wheeler Energy Corporation

Usine H-Coal, Catlettsburg, Kentucky

James K. Farley, ministère de l'Énergie des États-Unis
Harold H. Stotler, Gérant technique

Laboratoire national Lawrence Livermore, Livermore, Californie

R. Batzel, Directeur
John Cooper, Inspecteur principal adjoint, Programme concernant les batteries métal-air

D.M. Meade, Head, Experimental Division
R.G. Mills, Acting Head, Engineering Program
P.J. Reardon, Associate Director for Technology
R.A. Rossi, Associate Director, Administration
J.A. Schmidt, Head, Applied Physics Division
M.L. Shoaf, Assistant Director
T.H. Stix, Associate Director for Academic Affairs
W. Stodiek, Head, Princeton Large Torus (PLT)

Sandia Laboratories, Albuquerque, New Mexico

B.E. Bader, In Situ Coal Gasification
James F. Banas, Line Focus Technology
R.H. Braasch, Wind Energy
William W. Marshall, Supervisor, Central Receiver Test Facility
A. Narath, Vice-President
Donald G. Schueler, Photovoltaics
James H. Scott, Director of Energy Programs
Gerald Yonas, Director of Pulsed Power Programs

Smith-Bowman Distillery, Reston, Virginia

John B. Adams Jr., Vice-President

Solar Energy Research Institute, Golden, Colorado

Denis Hayes, Director
Ken Touryan, Deputy Director and Head of Research and Development

Analysis and Applications Directorate

Charles Berberich, Information Systems Division
Roy Bracken, International Division
Dean Eaton, International Division
Murrey Goldberg, International Division
James Howe, International Division
Henry Kelly, Head

SPM Group Incorporated, Englewood, Colorado

Konrad Ruckstuhl, Chairman
Robert D. Schmidt, President

WEST GERMANY

His Excellency Klaus Goldschlag, Canadian Ambassador to West Germany, Bonn

Federal Ministry of Research Technology, Bonn

Herr Jacobs, Non-nuclear Energy Research
Dr. Marcus, Coal Technology
Wolf J. Schmidt-Küster, Head of Department

Ruhrkohle Oel und Gaz, Duesseldorf

Herman G. Krischke, Project Manager, Fluidized Bed Combustion
Josef Langhoff, Director

STEAG Corporation, Essen and Lünen

Dr. Reimer Fuchs
Dr. Hein, Lünen Coal Gasification Plant
Herr Schuster, Essen, Boltrop Gelsenkirchen District Heating System

A copy of the relevant Minutes of Proceedings and Evidence (*Issues Nos. 1 to 37 inclusive*) is tabled.

(*The Minutes of Proceedings and Evidence accompanying the Report are recorded as Appendix No. 74 to the Journals*).

John Emmett, Directeur associé, Programme de fusion par laser
Mortimer L. Mendelsoln, Division de la recherche biomédicale et de la recherche sur l'environnement
Richard Post, sous-directeur associé, Physique de l'Énergie par la fusion magnétique
Erik Storm, directeur associé adjoint, Programme de fusion par laser
Kenneth Street, Directeur associé, Programmes d'énergie et de ressources

Bureau de l'évaluation de la technologie, Washington, D.C.

John Gibbons, Directeur
Lionel Johns, Directeur adjoint, Division de l'énergie, du matériel et de la sécurité internationale
Nancy Naismith, Directeur de projet, Programme d'énergie, Division de l'énergie du matériel et de la sécurité internationale
Marvin Ott, Directeur, Relations — Congrès et institutions
Richard Rowberg, Gérant du programme d'énergie, Division de l'énergie, du matériel et la sécurité internationale

Pacific Gas and Electric, Développement de l'électricité géothermique des geysers, Californie

Jack Trotret, représentant — Activités publiques, Projet geysers

Laboratoire de physique des plasmas, Université Princeton, Princeton, New Jersey

K. Bol, Chef, Expérience de démonstration de Princeton (PDX)
H.P. Furth, Directeur de programme
M.B. Gottlieb, Directeur
D.M. Meade, Chef, Division expérimentale
R.G. Mills, Chef par interim, Programme d'ingénierie
P.J. Reardon, Directeur associé, Technologie
R.A. Rossi, Directeur associé, Administration
J.A. Schmidt, Chef, Division de la physique appliquée
M.L. Shoaf, Directeur adjoint
T.H. Stix, Directeur associé, Affaires académiques
W. Stodiek, Chef, Grand Torus de Princeton (PLT)

Laboratoire Sandia, Albuquerque, Nouveau-Mexique

B.E. Bader, Gazéification du charbon sur place
James F. Banas, Technologie de la focalisation en ligne
R.H. Braasch, Énergie éolienne
William W. Marshall, Surveillant, Installation expérimentale du récepteur central
A. Narath, Vice-président
Donald G. Schueler, Cellules photovoltaïques
James H. Scott, Directeur des programmes sur l'énergie
Gerald Yonas, Directeur des programmes d'énergie de pulsion

Distillerie Smith-Bowman, Reston, Virginie

John B. Adams Jr, Vice-président

Institut de recherche sur l'énergie solaire, Golden, Colorado

Denis Hayes, Directeur
Ken Touryan, sous-directeur et chef de la recherche et du développement

Direction de l'analyse et des applications

Charles Berberich, Division des systèmes d'information
Roy Bracken, Division internationale
Dean Eaton, Division internationale
Murray Goldberg, Division internationale
James Howe, Division internationale
Henry Kelly, Chef

SPM Group Incorporated, Englewood, Colorado

Konrad Ruckstuhl, Président
Robert D. Schmidt, Président

RÉPUBLIQUE FÉDÉRALE D'ALLEMAGNE

Son Excellence Klaus Goldschlag, Ambassadeur du Canada en Allemagne de l'Ouest

Ministère fédéral de la technologie de la recherche Bonn

M. Jacobs, Recherche sur les énergies non atomiques
Dr Marcus, Technologie du charbon
Wolf J. Schmidt-Küster, Chef de service

Ruhrkohle Oel und Gaz, Düsseldorf

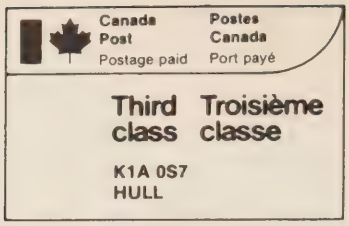
Herman G. Krischke, Directeur de projet, Combustion sur lit fluidifié
Josef Langhoff, Directeur

Corporation STEAG, Essen et Lünen

Dr Reimer Fuchs
Dr Hein, usine de gazéification du charbon, Lunen
Herr Schuster, Essen, Système de chauffage du district de Boltrop Gelsenkirchen

Un exemplaire des procès-verbaux et témoignages (*fascicules nos 1 à 37 inclusivement*) est déposé.

(*Les procès-verbaux et les témoignages joints à ce rapport sont enregistrés à titre d'Appendice no 74 aux* Journaux).



If undelivered, return COVER ONLY to:
Canadian Government Printing Office,
Supply and Services Canada,
45 Sacré-Coeur Boulevard,
Hull, Québec, Canada, K1A 0S7

En cas de non-livraison,
retourner cette COUVERTURE SEULEMENT à:
Imprimerie du gouvernement canadien,
Approvisionnements et Services Canada,
45, boulevard Sacré-Coeur,
Hull, Québec, Canada, K1A 0S7

able from the Canadian Government Publishing Centre,
y and Services Canada, Hull, Quebec, Canada K1A 0S9

En vente: Centre d'édition du gouvernement du Canada,
Approvisionnements et Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

CANADA

INDEX

SPECIAL COMMITTEE ON

Alternative Energy and Oil Substitution

HOUSE OF COMMONS

Issues 1-37 • 1980-1981 • 1st Session • 32nd Parliament

Chairman: Mr. Thomas Lefebvre

LIBRARY
MAR 18

Published under authority of the Speaker of the House of Commons by the Queen's Printer for Canada

Available from Canadian Government Publishing Center, Supply and Services Canada, Hull, Québec, Canada K1A 0S9

INDEX

HOUSE OF COMMONS COMMITTEES—OFFICIAL REPORT

FIRST SESSION—THIRTY-SECOND PARLIAMENT

Abbreviations: A.=Appendices. Amdt.=amendment. M.=motion. S.O.=standing order.

DATES AND ISSUES

—1980—

June: 11th, 12th, 18th, 25th, 1.

July: 2nd, 2; 8th, 3; 9th, 4; 15th, 5; 16th, 6; 22nd, 7; 29th, 8; 30th, 9; 31st, 10.

September: 2nd, 3rd, 4th, 11; 5th, 12; 6th, 13; 9th, 14; 10th, 15; 11th, 16; 12th, 17; 23rd, 18; 24th, 19; 25th, 20; 26th, 21.

October: 30th, 22.

November: 4th, 23; 5th, 24; 12th, 25; 13th, 26; 18th, 27; 19th, 28; 20th, 29; 25th, 30.

December: 2nd, 31, 35; 3rd, 32; 4th, 33; 9th, 34; 10th, 35; 11th, 36; 16th, 37.

—1981—

January: 13th, 15th, 20th, 21st, 22nd, 29th, 37.

February: 3rd, 4th, 5th, 10th, 12th, 24th, 26th, 37.

March: 5th, 10th, 12th, 17th, 18th, 24th, 37.

April: 2nd, 7th, 9th, 14th, 21st, 23rd, 37.

May: 11th, 37.

Acid rain pollutants, impact, 24:28-9, 33; 26:28-9; 29:36

Adams, Mr. George J. (Treasurer, Newfoundland Light and Power Co. Limited)
Alternative energy and oil substitution, 18:19-26

Advertising, *see* Committee; Energy

Agriculture
Developing countries, energy assistance, 28:32
Energy pricing relationship, 25:25-6
See also Oil and oil products—Prices, Farms
Energy research and development, Agriculture Department program, etc., 1:35; 3:28; 25:27-9, 35-8, 44-51; 27:28
Farms producing energy for self-sufficiency, etc., 21:20-1; 25:29; 27:29-31, 43-9; 29:43-4
National marketing system, developing, 27:53-4
See also Alcohol fuels
Federal-provincial energy demonstration agreements, 25:44-7
Fertilizers as product of petrochemicals, percentage of farm energy consumption, etc., 25:41-3
Food *vs* fuel controversy, *see* Alcohol fuels—Farms producing
Land, preserving, 3:7; 19:51
Oil and oil products, dependency on, 21:17-8; 25:27; 27:28
Soil conservation, 17:28, 36-7; 27:49-51
See also Conservation; Consumption; Energy—Emergency planning; Forest industry—Agro-forestry; Greenhouses; Solar energy—Applications

Agriculture Department, *see* Agriculture—Energy research and development; Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Air conditioning equipment, exhaust retrieval for recirculation, energy conserving measure, 11:75-8

Aircraft, *see* Hydrogen—Transportation applications

Airlines, *see* Conservation—Railways and airlines

Alberta, *see* Alcohol fuels; Energy policy

Alberta Gas Trunk Line Company, name changed, *see* Nova, An Alberta Corporation

Alcohol fuels
Advantages/disadvantages, 1:46; 3:23; 9:22-3; 25:30-1
Alberta, production not feasible in, 15:8
Biotechnology increasing yields, 1:74; 3:34-5; 13A:19-24; 14:79-80; 15:27-8; 31:13-4
Brazil, 20:51; 25:51-5
Butanol, production process, compatibility with gasoline, 1:44
Canadian National Power Alcohol Conference (CANPAC 80), Winnipeg, June 18-20/80
Gurbin, MacBain and staff member's report to Committee, 7A:1-18
See also Committee—Travel
Cellulose, production process, 1:44, 73; 15:19
Development, methanol *vs* ethanol, 23:23-4; 29:28
Energy balance (inputs/outputs), 13:15; 15:18
Engine development, methanol/diesel, 1:73; 3:28-9
Ethanol, 20:40-1; 20A:80-93; 30:63
Colborne, Ont., pilot plant, 27:34-6
Corn producing, 27:35-6
Environmental impact, 15:33-4
Jerusalem artichokes producing, 25:31
Madison production process, 3:35
Mohawk Oil Co. Ltd., Minnedosa, Man. production plant, 15:6-7, 14; 25:30
Potato culls producing, P.E.I. and N.B. projects, 20:16, 24-5, 39-40, 47-52; 21:21-4

Alcohol fuels—*Cont.*
Ethanol—*Cont.*
Price at which economically feasible, 15:13-6, 28-9; 20:51
Production forecasts, 15:10-1, 26-8
Production process, gasohol mixture, etc., 1:43-4, 48-9; 3:11
Residuals used as feed for human or animal consumption, 25:34-5
See also above Development
Excise tax, barrier to development, 20:52-3; 25:31-2
Excise tax, requesting removal, costs to federal government, etc., 15:9-10, 21, 25, 31-3
Farms producing, 27:38-40, 44-6, 52
Food *vs* fuel production, controversy, 15:10, 22; 21:19-20; 25:33-4; 27:37-8, 52-3; 34:63
Joint ventures with multinational oil companies, co-operatives, etc., 21:22-3; 25:32-3; 27:32, 42, 54
Marginal lands utilized, 27:31-2, 42
Gasoline, price comparison, 15:8-9, 25
Government assistance in form of grants, pilot projects, etc., 27:32-3, 36-7
Imperial Oil Limited involvement, 9:84-5, 95
Manitoba government assistance, 15:7-8
Oil prices, impact, 15:28
Petrochemical feedstock, 15:20
Transportation fuel usage, forecast, 9:95; 10:46-7; 23:19
United States production, 20:51-2
See also Methanol

Aldwinckle, Mr. R.M. (Convenor, Solar Energy Program, National Research Council)
Alternative energy and oil substitution, 4:6-33, 36-9

Allen-Drerup-White Limited, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Alternative energy
Advantages/disadvantages of various sources, 13A:28-37; 24:25
Competitiveness of source, 20:32
Conservation, relationship, 1:31-2; 3:19-20
Consumption, altering, 9:63-4
Costs
Capital, 22:13, 41
Diminishing conventional fuels, impact, 6:24-5; 7:24-5, 28-9, 35-8; 14:58
Technologies, comparison, 10:44-5
Decentralized sources, importance of technology, 22:30-1
Definition, 1:31
Development, 7:29-30; 13:20-1; 31:8
Agency co-ordinating, 29:74-7
Objectives, formulating, 30:60-3
Political not technical issue, 10:44
Timeframe from scientific feasibility to commercial operations, 1:58-60; 3:10-1; 7:24
Forecasting, Committee, 1:68-9
Forecasting, Energy Board, 34:39
National coalition, organizing, 16:13-4
Oil imports displaced, receiving equivalent prices, 29:6-7
Oil prices, not exceeding, 34:60-1
Options, long-term, 22:30; 23:25-6; 24:35; 35:10, 50
Priorities, Atlantic provinces, 20:36-7
Priorities, establishing, 13:19; 21:10, 18
Research and development, 14:92-3
Social attitudes, changing in a positive manner, 17:48
Socio-economic and environmental considerations, 8:17-20; 9:9; 19:40; 20:45
Subsidization, not required after technology developed, 29:6, 25-6
Subsidization, same extent as non-renewables, 14:25; 17:6-7, 10-1, 43, 49; 20:8, 26-7, 32; 22:11-3, 41
See also Transportation fuels

Alternative energy corporation, *see* Canertech

Anglican Church of Canada
Energy policy resolutions, 12:30-1
See also Solar energy—Trinity solar project; Wind energy—Projects

Annapolis River tidal project, *see* Tidal energy

Appendices
Alcohol fuels, 7A:1-18; 13A:19-24; 20A:80-93
Automobiles, fuel efficiency, 10A:137-163
Biogas fuel, 11A:1-54
Biomass energy, 3A:1-25; 19A:58-60
Buildings, 32A:1-50
Coal, 10A:54-136; 19A:1-28
Co-generation, 10A:1-22
Conservation, 9A:1-26; 21A:25-35; 37A:4-5
District heating, 9A:61-73
Electricity, 18A:68-86
Energy, demand forecasts, 9A:43-6; 16A:1-9
Energy, environmental relationship, 26A:1-51
Energy policy, 9A:27-42; 17A:14-24
Alberta, 18A:14-52
British Columbia, 14A:13-49
Lalonde, Hon. Marc, statement, 30A:1-13; 37A:1-2
New Brunswick, 21A:1-24
Northwest Territories, 18A:53-64
Prince Edward Island, 20A:1-42
Yukon Territory, 18A:1-52
Fusion energy, 2A:22-48; 37A:5-10
Heat pumps, 8A:3-24; 13A:40-56
Housing, 13A:57-83; 16A:10-5
Hydroelectric power, 18A:65-7
Hydrogen, 6A:1-18
Induction heating of solid fossil fuels, 11A:130-220
Liquid heat transported by trucks, 11A:112-29
Natural gas, 11A:55-111; 15A:4-26; 19A:29-41
Ocean energy resources, 7A:41-62
Porter, Professor Arthur, 13A:4-39
Renewable energy, 10A:23-52; 14A:8-12; 17A:13; 20A:43-79; 37A:3
Report to House, 37A:11-538
Solar energy, 9A:47-60; 14A:1-7; 17A:1-12, 25-6
Stirling cycle engines, 14A:50-9
Tidal energy, 8A:1-2
Wind energy, 2A:1-21; 19A:42-57
Wood fuel, 13A:1-3

Architects, *see* Buildings

Ashton, Mr. P. (Consultant, InterGroup Consulting Economists Ltd.)
Alternative energy and oil substitution, 29:9-10, 13-5, 22-4, 27-30

Association of Consulting Engineers of Canada, 29:59, 74
See also Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Athabasca oils sands, *see* Oil and oil products

Atlantic provinces, *see* Alternative energy—Priorities; Coal; Electricity; Maritime energy corporation; Natural gas; Oil and oil products—Import compensation program; Propane gas

Atomic energy
Bruce power development, Ont., supporting industrial park, etc., 34:64-70, 73-6
See also Hydrogen—Development; Methanol—Production
Dependency, present energy policy leading to, 10:29
Development
Costs, 28:31-2

Atomic energy—*Cont.*
Development—*Cont.*
Encouraging 13:12; 14:90; 17:8; 21:14; 29:60-2
Time scale, 24:25-6; 35:10
Environmental impact, minimal, 13:16; 14:82; 21:8; 25:16; 34:53
France, breeder reactors, 22:38-9
Inefficient, 9:20-1, 105; 16:29
Information, distorted, 13:22
Potential, limited, 34:53
Power plants, constructing underground, 23:36-7
Research, 17:42-3; 30:47-8
Safety, 13:18
Social impact, 13:21
Subsidies, 14:50; 17:48
Supply forecast, 14:70
Sweden moratorium, 16:6, 19
Thermal discharge, utility, 7:19
Greenhouses, 9:21; 25:29, 41; 34:76
See also District heating
United States Democratic Party position, 16:6
Waste disposal, 17:49; 21:15
See also Automobiles; Biomass energy; Fusion energy; Oil and oil products—Athabasca oil sands; Solar energy

Atomic Energy of Canada Limited, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Attitudes, *see* Social attitudes

Automobiles
Alternatives, developing, 22:26
Atomic energy powered, 13:24
Canada producing, satisfying climatic conditions and fuel economy, 25:8, 16-7
Costs, capital and maintenance, effect on gasoline consumption, *see* Gasoline—Prices
Electric vehicles, 13:14-5; 26:33-4; 29:39; 30:6-13, 22-5, 31-2; 34:54; 36:7, 11-2
Batteries, aluminium-air system, 35:25-8, 40-2; 36:20, 30-1
Batteries, research, 30:18-21, 27-9
Body design, constructing, 30:26-7
Canertech, possible involvement, 30:17-8
Costs, 30:26
General Electric-Chrysler ETV-1 model, 30:29-30
Japan, 30:31
Performance, 30:16-7, 24-8
Safety problems, 30:25, 30-1
United States Electric and Hydro Vehicle Research, Development and Demonstration Act, 30:11, 21-2
Fuel efficiency and engine design standards, etc., 1:43; 30:36, 65-6; 36:6, 16, 29
See also Alcohol fuels—Engine development; Hydrogen—Transportation applications
Fuel efficiency in cold weather, 36:17-8
Canadian Combustion Research Laboratory papers, 10A:137-163
Small cars, North American market demands, 25:5
See also Alcohol fuels—Engine development; Solar energy—Development; Transportation—Car pooling

Bain, Mr. W.A. (Manager, Energy Studies, Corporate Planning Services, Imperial Oil Limited)
Alternative energy and oil substitution, 9:68-71, 75-6, 79-97

Baladi, Mr. Joseph (Vice President, Exploitation and Expansion Group, Gas Métropolitain Inc.)
Alternative energy and oil substitution, 11:21-30, 35-6

Balance of international payments, *see* Renewable energy

Balu, Mr. André (Private citizen)
Alternative energy and oil substitution, 11:8-21

Batteries, *see* Automobiles—Electric vehicles; Fuel cells

Beange, Mrs. Judy (Committee Research Officer, Science and Technology Division, Research Branch, Library of Parliament)
Alternative energy and oil substitution, 9:64-7; 10:50-1

Beaufort Sea, *see* Oil and oil products

Bell, Mr. E.S. (Director, Electric Power Branch, Energy Board)
Alternative energy and oil substitution, 34:34-6, 40

Bellringer, Mr. Stephen T. (Vice President, Regulatory Affairs, Union Gas Limited)
Alternative energy and oil substitution, 12:5-20

Biggs, Mr. R.C. (National Research Council)
Alternative energy and oil substitution, 4:22, 26-8, 31-8

Biogas fuel
Animal excreta, conversion into fuels, etc., 3:31-2; 17:38
Cow manure processing plants, 11:16-7
Demand forecast, 11:14-5
Pig manure processing plants, 11:8-10; 11A:1-54; 27:47
Containment facilities, 11:13-4, 18-20
Economic feasibility, 11:17-9
Farms, number required to support, 11:19-20
Feed additive problems, 11:14
Fertilizer as by-product, 11:8-9, 15-6
Pilot projects in existence, 11:10, 16-8
Productivity, costs, 11:10-3
Wastes, treatment, 11:20

Biomass energy
Atomic energy, comparison, 3:18
Background, 3:4-5; 17:26-7; 28:30-1
Biomass Energy Institute Conference, Winnipeg, 3:13
Biotechnological projects, 3:11, 33-4
See also Alcohol fuels
Carbon cycle, 17:34-5; 35:36-7
Conversion technologies, 3:8-9
Definition, 17:33-4
Development, 1:70; 17:37; 34:61-2
Timeframe from scientific feasibility to commercial operations, 3:10-1, 36
Electricity, generating, loan guarantee program, 1:35
Energy balance (inputs/outputs), 3:5-6; 13:18-9
Food *vs* fuel production, *see* Alcohol fuels—Farms producing
Gasification, pilot projects, 3:11, 26-7, 32
Home heating, disadvantages, 11:39
Industry, disarray, 1:58-61
Mariculture, developments, 3:30-1; 17:29
National Research Council involvement, 3A:1-25; 33:15-6
Oil comparison, 3:5, 30
Peat
Finland, technology, 3:38
Removal from swamps, etc., environmental aspects, 3:16-7, 31, 38
See also Electricity; Forest industry
Petrochemical feedstock, preferred use in future, development timeframe, etc., 23:22-3
Productivity, 3:6-7; 17:27-8
Research funding, 3:12, 20, 33
Sources, 1:37; 3:6-8; 10:37
Straw combustion for farm heating, 3:11; 19:52
Supply, 3:7-8, 29-30; 29:61
Total energy needs, proportion of, actual/forecasted, 1:33, 64-6; 3:20-1; 17:30-2; 24:24-5
Transportation problem, 19:53-4

Biomass energy—*Cont.*
Wastes transformed into energy, developing, 1:35; 19:50-4; 19A:58-60; 25:48-9
See also Biogas fuel; Forest industry
See also Agriculture; Alcohol fuels; Methanol—Forest biomass producing; Transportation fuels; Wood fuel

Biomass Energy Institute Inc., 17:29
See also Biomass energy; Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Biotechnology, *see* Alcohol fuels; Biomass energy

Boerma, Mr. Herman (Member, Saskatoon Environmental Society)
Alternative energy and oil substitution, 16:5-22

Brandon, Mr. Bob (Project Co-ordinator, Wood Energy, Institute of Man and Resources)
Alternative energy and oil substitution, 20:38

Brazil, *see* Alcohol fuels; Committee—Travel

Britain, *see* Consumption; Ocean energy resources—Wave energy

British Columbia, *see* Energy policy; Geothermal energy—Meager Mountain; Pulp and paper industry; Transportation

Brooks, Dr. David (Co-ordinator, Ottawa Office, Energy Probe)
Alternative energy and oil substitution, 22:5-41

Brown, Mr. C. Kirk (Executive Director, Prince Edward Island Energy Corporation)
Alternative energy and oil substitution, 20:5-29

Brown, Dr. Terry (National Research Council)
Alternative energy and oil substitution, 35:44

Bruce nuclear power development, *see* Atomic energy

Bryenton, Mr. W. (Solar Applications and Research)
Alternative energy and oil substitution, 14:46-52

Building code, *see* Buildings; Housing; Solar energy

Buildings, energy performance, 32A:1-50
Architect-contractor relationship, 32:16-8
Architects, training in energy-conscious designs, 32:27-8
Building code standards, developing, 32:22-4
Conservation measures, 32:5-7
Construction methods, poor workmanship, monitoring, 32:28-30
Construction methods, response to changes, 32:27
Consumption, percentage of total, 32:5-6
Design research, 32:9
Retrofits, 32:8-11
See also Housing

Butanol, *see* Alcohol fuels

CANDU reactors, *see* Fusion energy

CANMET, *see* Canada Centre for Mineral and Energy Technology

CANPAC 80, *see* Canadian National Power Alcohol Conference

CHEMRAWN, *see* Chemical Research Applied to World Needs Conference

CHIP, *see* Canadian Home Insulation Program

Cain, Mrs. Bobbi (Research Economist, Economic Council)
Alternative energy and oil substitution, 9:42, 51-6; 26:54-8, 77, 80

Cameron, Mr. D.J. (Manager, Renewable Energy, Corporate Planning Services, Imperial Oil Limited)
Alternative energy and oil substitution, 9:71-9, 84-5, 89-90, 93-5

Campbell, Mr. Donald (Private citizen)
Alternative energy and oil substitution, 13:38-40

Canada Centre for Mineral and Energy Technology (CANMET), *see* Committee—Travel; Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Canadian Combustion Research Laboratory, *see* Automobiles—Fuel efficiency in cold weather; Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Canadian Energy Development Systems International, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Canadian Federation of Agriculture, 27:27-8
See also Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Canadian Home Insulation Program (CHIP), *see* Housing—Insulation program

Canadian Institute of Planners, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Canadian Manufacturers Association, *see* Conservation

Canadian National Committee, World Energy Conference, 24:20-1
See also Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Canadian National Power Alcohol Conference (CANPAC 80), *see* Alcohol fuels

Canadian Renewable Energy News, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Canadian Solar Industries Association, 28:5
See also Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Canertech
Establishing, 17:11; 30:37
Petro-Canada relationship, 1:67-8
Role, 24:12; 30:53; 31:34-5
See also Automobiles—Electric vehicles; Procedure and decisions of the Chair—Meetings

Carbon, *see* Biomass energy

Carbon dioxide, *see* Coal; Hydrocarbons

Cellulose, *see* Alcohol fuels

Chairman and Vice Chairman, decisions and statements, *see* Procedure and decisions of the Chair

Chant, Professor Raymond (Treasurer, Solar Energy Society of Canada Inc.)
Alternative energy and oil substitution, 17:11-2, 23-4

Chappell, Mr. M.S. (Task Co-ordinator, Renewable Energy, National Research Council)
Alternative energy and oil substitution, 2:9-16, 19-20, 24-33

Charlottetown, *see* District heating; Housing

Chemical industry, *see* Petrochemical industry

Chemical Institute of Canada, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Chemical Research Applied to World Needs (CHEMRAWN) Conference, 23:6

Chignecto Canal, 25:12-3

Churchill Falls power development, *see* Hydroelectric power

Circul-Aire (Eastern) Incorporated, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Clark, Mr. R.H. (Senior Engineering Advisor, Inland Waters Directorate, Environment Department)
Alternative energy and oil substitution, 5:16-7; 8:4-17, 20-4

Clay, Mr. Dean N. (Chief and Committee Project Manager, Science and Technology Division, Research Branch, Library of Parliament)
Alternative energy and oil substitution, 1:58, 67-70; 2:31, 48-9; 4:4-6, 36-8; 6:26-7, 32; 7:31-4; 8:13, 21-3, 44-5; 9:52-4, 93-5, 112-4; 10:23-5, 43, 47; 18:14-5, 27-8; 19:21-3; 20:25-7, 44-5; 22:35-41; 23:20-3, 35-9; 24:13-9, 24, 35-7; 25:22-3, 47-50; 26:14-6, 26-9, 47, 60; 27:17-8, 49-51; 28:23; 29:57, 71-3, 78-9; 30:31-2; 31:33-8; 32:25-31; 34:57-60, 71-5; 35:37-40; 36:25, 30-1

Climatic problems, *see* Automobiles—Canada producing; Energy—Demand forecasts; Hydrocarbons—Carbon dioxide emissions; Solar energy; Underground construction

Clore, Mr. J.R. (Production Manager, Scotia Liquicoal Limited)
Alternative energy and oil substitution, 19:10, 25

Coal
Atlantic provinces, role, 27:22-3
Bitumen processing, developing, 1:69-70
Carbon dioxide emissions in new technologies, 34:47-8
Employment generated, 27:20-1
Environmental problems, 21:8, 20, 24-5; 26:20; 27:9-10, 14, 22-3; 34:52-3
Exports, pricing arrangements in long-term contracts, 27:21-2
Exports to Japan, 14:35-6
Fluidized bed combustion, 10A:94-136; 23:13-4; 26:25-6; 27:10-4
Future usage, 27:18-9
Imperial Oil Limited involvement, 9:90-1
Induction heating process, 27:25-6
Hat Creek deposit, B.C., extraction possibility, 11:57-8
Liquefaction comparison, 11:66-8
Liquefaction, 10A:54-92; 13:46; 21:14; 27:11-3, 19-20; 29:62
Hat Creek deposits, B.C., 14:70-1
See also above Induction heating process
Liquicoal, coal/oil/water mixture, NRC process, costs, demonstration projects, etc., 9:48-9; 19:5-26; 19A:1-28; 27:8
New Brunswick reserves, 25:13-4; 27:23-4
See also Electricity—New Brunswick
Petrochemical feedstock, preferred use in future instead of combustion usage, 23:12-3
Policy, developing, 27:6-7
Pricing structure, 27:17
Production
Background, 27:5-6
Nova Scotia, 19:20
World forecasts, 24:22-3
Reserves, worldwide, 27:16-7
Sulfur emissions, etc., 13:43-4; 27:15-6
Technologies, investigating, 19:22-3; 23:8; 27:7-8; 30:53
United States, coal-fired generating plants, developing, 35:31-2
See also Hydrogen—Production processes, "Dirty"; Methanol; Natural gas; Oil and oil products—Heavy oil—Substitution

Coal Association of Canada, 27:5
See also Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Cockshutt, Dr. E.P (Manager, Energy R & D Program, National Research Council; Member, Executive Committee, Canadian National Committee, World Energy Conference)
Alternative energy and oil substitution, 24:28-33, 36; 33:14-6, 26

Co-generation, 10A:1-22
Canadian examples, 10:23

Co-generation—*Cont.*
Conversion costs, 10:20, 24
Definition, 10:5
Development, electric price increases encouraging, 10:10
Development incentives, 10:8-10
Economic feasibility, 10:16
Efficiency, 9:104-6; 10:6
Electricity as by-product of waste heat (bottoming cycle), 10:5-6
Dow Chemical Sarnia plant, 9:17, 22
Environmental impact, 10:17-8
Fuel considerations, 9:21-2; 10:7, 15-6, 22
Heat as by-product of electrical generation (topping cycle), 10:5-6
Provincial utility companies involvement, 10:8, 12, 19-22
Obstacles, social attitude as major, etc., 9:17; 10:8
Potential, 10:7-8, 21, 24
Primary use, production of electricity, 10:18
Research and development, 10:12-4
Technology, marketing, equipment, etc., 10:9, 12-7, 23-4
Utility companies, private, supplying power and heat to industries, establishing, 10:10-1
See also District heating

Co-generation Associates Limited, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Colborne, Ont., *see* Alcohol fuels—Ethanol; Waste conversion—Processing plants

Combined heat and power (CHP) systems, *see* Co-generation

Come-by-Chance, Nfld., *see* Oil and oil products—Refineries

Committee
Advertising for purpose of inviting submissions, 14:85-7, 91-2; 16:5, 14; 17:42
M. (Mr. Portelance), 2:5, agreed to
Deadline, extending, 1:26; 16:22; 17:40-1; 22:4; 23:3; 37:3
M., 37:15, agreed to
M. (Mr. Corbett), 11:5, agreed to
Investigatory powers, conservation omitted in terms of reference, 16:17, 22; 32:12
Investigatory powers, extending beyond specific items listed in order of reference, 1:26-8
Name, "special committee" not parliamentary task force, 1:26
Office space and secretarial assistance, authorizing, M. (Mr. MacBain), 2:5, agreed to
Public accessibility, 17:39-41
Recommendations, government considering/implementing, 30:51-2, 67, 74-5; 31:33-7
Report to House, final
Allotment to members and Committee staff, M., 37:18, agreed to
Printing, number of copies, M., 37:18, agreed to
Requests, Clerk handling, M., 37:18, agreed to
Sales price, M., 37:18, agreed to
Report to House, final, preparation
Cover design, Ms., 37:9-11, agreed to
Editing services, contracting, M., 37:5, agreed to
French version, Professor Benoît Jean assisting, Ms., 37:14, 18, agreed to
Les Illustrateurs, graphics, additional payments, M. (Mr. MacBain), 37:19, agreed to
Les Illustrateurs, graphics, contracting, M., 37:4-5, agreed to
M. (Mr. MacBain), 35:3, agreed to
Press conference
Establishing, M., 37:18
Members selected to represent Committee, M. (Mr. MacBain), 37:18, agreed to
Slide presentation, additional slides requested, M., 37:21, agreed to

Committee—*Cont.*
Report to House, final, preparation—*Cont.*
Press conference—*Cont.*
Slide presentation, establishing, M. (Mr. Gurbin), 37:19, agreed to
Press release
Canadian Press and United Press International requested to hold information until report presented to House, M., 37:17, agreed to
Editex Communications Limited planning, Ms., 37:12, 17, agreed to
"Lock-up" briefings for Members of Parliament and Press Gallery, Ms., 37:17-9, agreed to
Technical editing services, contracting, M. (Mr. Gurbin), 37:8, agreed to
Responsibilities, 12:4-5; 14:5-6; 15:4; 16:4; 17:4; 18:5; 19:4; 20:4; 21:4; 33:4; 35:5-6
Role, advocacy/objectivity, 10:42-8
Staff
Introducing, 6:32; 8:4
Requesting from Library of Parliament, 1:8-11, 28-9
M. (Mr. Portelance), 1:5, agreed to
Project manager D. Clay designated, M., 1:5, agreed to
Research assistant R. Lecours, hiring, M. (Mr. Portelance), 11:3, agreed to
Standing committee preferred *in lieu* of special, 17:40-2
Studies
Briefing binder updated and distributed to Members, M., 37:19, agreed to
Chairman authorized to direct staff in preparing, M. (Mr. McCauley), 1:18, agreed to
Economic Council and Middleton Associates studies not to be published, retained by Clerk after termination of inquiry, M., 37:19, agreed to
Economic Council, contracting, 9:49-50; 26:46-8
Ms., 18:3, agreed to; 37:5, agreed to
M. (Mr. Rose), 11:4-5, agreed to
Energy Board preparing, 34:11
Energy, Mines and Resources Department preparing, 30:71
Imperial Oil Limited submitting, 9:93, 96-7
Lawrence Livermore National Laboratories presentation, preparing analysis, M. (Mr. Rose), 37:4, agreed to
Middleton Associates, contracting, 27:55-6
Committee staff member monitoring work, M. (Mr. MacBain), 11:4, agreed to
M. (Mr. Gurbin), 11:4, agreed to
M. (Mr. MacBain), 35:3, agreed to
See also above Economic Council
Offering to Library of Parliament and Canertech after termination of inquiry, Ms., 37:19, agreed to
Translation services while travelling, M. (Mr. Portelance), 11:3, agreed to
Travel
Alcohol fuels NAFPA Convention '80, Kansas City, Mo., Sept. 29-30/80, M. (Mr. Corbett), 11:5, agreed to
Brazil, M., 18:3, agreed to
Canadian National Power Alcohol Conference (CANPAC), Winnipeg, June 18-20/80, M., 1:5-6, agreed to
CANMET Laboratories, Bells Corners, Ont., M. (Mr. Gurbin), 6:3, agreed to
Etco Photographic Co. Ltd., Montreal, M. (Mr Portelance), 11:3, agreed to
Îles-de-la-Madeleine, Que., M., 18:3, agreed to
International plans, adopting, M., 18:3, agreed to
M. (Mr. MacBain), 11:3, agreed to
Members expense allowance, 1:23-4
Rules guiding hearings, 11:7-8

Committee—*Cont.*
Travel—*Cont.*
Solwest 80 Joint Solar Conference, Vancouver, Aug. 6-10/80, 4:4-6
Staff accompanying Committee and members when deemed necessary, M. (Mr. Corbett), 1:21-3, agreed to
Washington, D.C. and Kansas City, Mo., members allowed to be accompanied by assistants, M., 18:3, agreed to
See also Alternative energy—Forecasting; Energy—Inquiry

Communication systems, *see* Conservation

Conferences, *see* Biomass energy—Biomass Energy Institute; Canadian National Power Alcohol Conference; Chemical Research Applied to World Needs Conference; Solwest 80 Joint Solar Conference

Conservation, energy
Advantages/disadvantages, 22:7-9, 14
Agricultural sector, 25:40-1
Canadian Manufacturers Association program, 9:31-2
Canadian Renewable Energy News brief, 9A:1-26
Communications, improved systems as option, 13:23
Definition, 22:5-7
Employment generated, 11:75; 14:50; 22:9
Encouraging, 9:7, 29; 13:17; 14:43-4, 60; 16:12-3, 16-7, 20; 17:9, 44-5; 20:10, 17-8; 25:7; 29:52, 60; 32:7-9
Energy accountability, 29:62-3
Energybus program, 30:35-6
Environmental impact, 32:7, 21
Failure of programs, reasons, 21:29-30
Government incentives, developing, 9:17; 16:18, 31-2; 21:30; 32:11
Industrial sector, 25:7-8; 30:36; 31:7-8
Industrial voluntary task forces, 30:35
Industry and government comments, 9:11
Information services, 22:12; 30:36; 32:24-5
Investment, encouraging, 17:9
Laws discouraging reviewing, 17:45
Limitations, 30:54
Ministry, establishing, 17:13, 46
Municipal programs, assistance, 25:9; 30:36
Municipal programs, Oromocto, N.B., 21:25-9, 34; 21A:25-35
National Research Council involvement, 33:17-8
Oil industry profits affected, 25:5
Oil substitution program, relationship, 1:53
Ontario Hydro role, 9:25-6
Options, 9:17; 36:16
Potential, 37A:4-5
Pricing policy supporting, 1:57; 9:79-80; 12:11; 13:22; 21:15-6; 22:10-1, 24-5; 31:17-8, 24-6; 32:8, 11
Prince Edward Island conservation and renewable energy agreement, 20:8-9
Railways and airlines, efforts, 36:29-30
Recycling plants, 21:31
Reduction of energy demand potential, 9:5, 9-10; 24:27-8, 31-2; 26:20-1, 30-1
Research, 13:21-3; 16:34; 17:45; 22:14, 35; 30:36; 31:11-3
Saskatchewan Conservation House, *see* Housing
Science Council report, *Towards a conserver society, a statement of concern,* 10:26-7
Social attitudes towards, changing in a positive manner, 9:28-9, 104; 12:10-1; 20:37; 22:7, 33
Standards for appliances, office equipment, etc., 16:32; 22:12, 33-4
Swain, Harry, comments, 1:54
Sweden, 22:34
United States Franklin energy study, 22:15, 34
United States measures, comparison, 25:5

Conservation, energy—*Cont.*
Youth involvement, 16:15-6
See also Air conditioning equipment; Alternative energy; Automobiles—Fuel efficiency; Buildings; Committe—Investigatory powers; District heating; Electricity; Energy—Demand forecasts; Highways and roads; Housing—Building code—Insulation; Oil and oil products—Substitution (off-oil) program; Tidal energy; Transportation; Underground construction

Construction industry, *see* Buildings; Solar energy

Consumer protection, *see* Solar energy—Equipment

Consumption, energy
Agricultural sector, 25:26; 27:28-9
Analysis of proposed projects effects on energy use, 22:34-5
Britain, 9:31
Declining, 22:10
High levels, reasons, etc., 25:15-6; 26:21; 33:5
International Energy Agency report, 9:14
Manufacturing industries, 9:65-6; 22:10
North-south disparities, 14:89; 28:28-9; 35:9
Other countries, comparison, 34:44-7
Pricing policy relationship, 9:23-4
Reducing, 16:11
Saskatchewan, 16:8-10
Statistics, 9:5, 9, 18-9; 25:4-5
Energy, Mines and Resources Department/Statistis Canada differences, 1:68
Sweden, 9:31; 22:36
United States, 9:15-6; 16:11-2; 35:8-9
Wastes, worst record in world, 1:57-8; 9:13, 31; 17:48
See also Alternative energy; Buildings; District heating; Gasoline—Prices; Heat pumps; Housing; Hydrocarbons; Natural gas; Oil and oil products

Contract Research Company, Inc., *see* Coreco Inc.

Cook, Mr. B. (Technical Adviser, Office of Energy Research and Development, Energy, Mines and Resources Department)
Alternative energy and oil substitution, 31:21

Coppen, Mr. H.C. (Vice President, Inter-City Gas Corporation)
Alternative energy and oil substitution, 29:16, 22, 26, 29-30

Corbett, Mr. Robert (PC—Fundy-Royal)
Alcohol fuels, 20:24-5, 39-40; 21:22-4
Alternative energy, 20:36
Alternative energy and oil substitution, 1:61-4; 3:14, 29-31; 5:4; 6:22-3; 9:24-7, 38-40, 57, 90-1; 10:16-8; 11:12-3, 19, 36, 46-8, 69-72; 12:18-20; 13:24, 32-4; 18:11-4, 20-2; 19:23-6, 52-4; 20:23-5, 35-40; 21:11-5, 22-4, 34-5; 27:22-6; 29:15-22; 32:16-20; 34:28-32; 35:45-6
Atomic energy, 21:14-5
Automobiles, 13:24
Biogas fuel, 11:12-3, 19
Biomass energy, 3:29-31; 19:52-4
Buildings, 32:16-8
Coal, 9:90-1; 19:23-5; 21:14; 27:22-6
Co-generation, 10:16-7
Committee, deadline, extending, M., 11:5
Committee, travel, M., 11:5
Conservation, 9:25; 20:37
Economic conditions, ECC forecasts, 9:38-40
Electricity, 1:61-3; 9:24-5; 11:36; 12:19; 18:20-2
Energy, 9:57; 32:19
Food, 18:11-4
Forest industry, 19:53
Fusion energy, 35:45-6

Corbett, Mr. Robert—*Cont.*
Heat pumps, 13:32-4
Hydroelectric power, 18:22; 21:12
Hydrogen, 1:64
Induction heating of solid fossil fuels, 11:71-2
Liquid heat transported by trucks, 11:46-8
Methanol, 1:63-4
Natural gas, 12:19; 19:24; 21:13-4; 29:16-21; 34:28-30
Oil and oil products, 6:22-3; 11:70; 12:18-9; 20:23-4; 21:11; 29:22; 32:18-20; 34:31-2
Organization meeting, 1:11, 15-20, 23, 28-9
Point of order, witnesses, appearance before Committee, requesting, M., 11:3-4
Propane gas, 29:15-6
Renewable energy, 9:25; 11:36; 20:35
Solar energy, 18:11-3
Tidal energy, 9:26-7
Waste conversion, 21:34-5
Wood fuel, 20:37-9

Coreco Inc., *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Corn, *see* Alcohol fuels—Ethanol

Cornell, Dr. Peter (Senior Policy Advisor, Economic Council)
Alternative energy and oil substitution, 9:32-5, 38-40, 50, 59, 64, 67

Corporations, multinational, *see* Energy policy

Crevier, Mr. Daniel (President, Coreco Inc.)
Alternative energy and oil substitution, 11:37-49

Crosby, Mr. Howard (PC—Halifax West)
Alternative energy and oil substitution, 19:18-21, 37-8, 57-8
Coal, 19:19-21
Natural gas, 19:19, 37-8
Oil and oil products, 19:18-9, 37-8, 57-8

Crossroads Resources Group, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Cumming, Mr. W.A. (Senior Vice President, National Research Council)
Alternative energy and oil substitution, 33:7, 10-3, 27-8

Darling, Mr. Stan (PC—Parry Sound-Muskoka)
Alternative energy and oil substitution, 2:5; 3:14-7, 32, 38; 23:38-40
Biomass energy, 3:16, 38
Transportation, 23:40
Underground construction, 23:38-9
Wood fuel, 3:14-6

Davies, Mr. Richard (Chairman, Canadian Solar Industries Association)
Alternative energy and oil substitution, 28:20-6

Davis, Hon. Jack (Private citizen)
Alternative energy and oil substitution, 14:54-77

Debt, public, *see* Oil and oil products—Import compensation program—Self-sufficiency

Defence, *see* Fusion energy

Defence Department, *see* Propane gas—Transportation vehicles utilizing

DeGrace, Mr. John (Committee Research Officer, Science and Technology Division, Research Branch, Library of Parliament)
Alternative energy and oil substitution, 2:23; 8:45-6; 9:114-5; 10:25; 18:28-9

Demers, Miss Madeleine (Architect, Royal Architectural Institute of Canada)
Alternative energy and oil substitution, 32:22

Demma, Mr. Thomas (Secretary-Manager, New Brunswick Federation of Agriculture)
Alternative energy and oil substitution, 21:17-24

DeMone, Mr. Tim (Private citizen)
Alternative energy and oil substitution, 20:53-4

Denmark, *see* Wind energy—Projects

Developing countries
Energy assistance, 16:20-1; 22:29-30; 28:32-6; 35:49-50
See also Agriculture; Consumption—North-south disparities; Electricity; Petrochemical industry

Didur, Mr. N.J. (Group Vice President, Inter-City Gas Corporation)
Alternative energy and oil substitution, 29:4-25

Diesel fuels, *see* Alcohol fuels—Engine development, Methanol; Gasoline

District heating
Advantages/disadvantages, 9:101-2, 114-5
Atomic energy plants waste heat utilized, proposal, 9:109; 11:38
Canadian examples, 9:112
Charlottetown, potential, 20:15
Co-generation potential, 9:111-2
Compulsory/voluntary usage, 9:107
Conservation potential, 9:102-3
Consumption, metering, 9:107
Definition, 9:97-8
Economic evaluation, 9:106-8
Encouraging, suggestions, 9:109-10
Environmental impact, 9:102
European co-generation system, comparison to North American system, 9:98-100, 114; 10:15
European co-generation system, examples, 9:100-1, 104; 11:43
Fuels utilized, wide range, 9:113
Introduction problems, Kanata, Ont. case study, 9:113-4
Mines providing warm air source, 9:115
Oromocto, N.B. project, 21:33
Plant locations, requirements, 9:108-9
Seasonal endeavour, 9:113
Sewers, heat extraction from, 9:112
Shawinigan Engineering Company Ltd., brief, 9A:61-73
Utility companies reluctant to adapt, 9:103-4

Dollar, exchange rate, *see* Oil and oil products—Self-sufficiency

Doran, Rev. Patrick (Consultant, National Affairs, Trinity Solar Project)
Alternative energy and oil substitution, 12:30-5, 40-1

Dow Chemical of Canada Limited, *see* Co-generation—Electricity as by-product

Dumont, Mr. R.S. (Private citizen)
Alternative energy and oil substitution, 16:22-36

Duomo Imports Ltd., *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Dyack, Miss Brenda (Committee Research Officer, Science and Technology Division, Research Branch, Library of Parliament)
Alternative energy and oil substitution, 12:18; 25:51-3; 26:42-3, 87-9

Dyne, Mr. Peter J. (Director, Office of Energy Research and Development, Energy, Mines and Resources Department)
Alternative energy and oil substitution, 6:23; 31:4-38

EARP, *see* Environmental Assessment Review Process

ENFOR, *see* Energy from the Forest Program

Easter, Mr. Tim (Private citizen)
Alternative energy and oil substitution, 20:54

Ecology Action Centre, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Economic conditions
Economic Council forecasts, CANDIDE modelling technique, 9:32-3, 38-40, 57-9, 64-5; 26:89-90
See also Energy—Investments—Pricing; Oil and oil products—Athabasca oil sands, development—Prices

Economic Council, *see* Committee—Studies; Economic conditions; Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Edge, Mr. C.G. (Chairman, Energy Board)
Alternative energy and oil substitution, 34:4-41

Efford, Dr. I.E. (Director General, Conservation and Renewable Energy Branch, Energy, Mines and Resources Department)
Alternative energy and oil substitution, 30:58-9, 63-4, 67, 72-3

Electric Vehicle Association of Canada, 30:5-6
See also Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Electricity
Atlantic provinces, grid, establishing, 20:12-3
Atlantic provinces, natural gas generating, 34:40
Conservation discouraged when rates lowered as consumption increases, 14:20-1; 16:35-6; 17:20; 21:32
Developing, 21:16; 22:31-3
Developing countries, access to, 28:30
Efficiency, 9:22; 29:38
Exports to U.S., 14:72
See also Tidal energy—Fundy power project
Future energy system based on hydrogen and electricity, *see* Hydrogen
Home heating, feasibility, 11:36; 12:19
See also Natural gas
National grid, developing, 21:9
New Brunswick, oil generation problem, conversion of Coleson Cove plant to coal, etc., 30:64-5
Newfoundland, 18A:68-86
Consumer rates, 18:24-5
Hydro and oil generation, costs, mix, etc., 18:16-23, 28
Utility companies production statistics, changes, 18:23-4
See also Hydroelectric power
Ontario 35% overcapacity, 9:16-7
Peat generating, feasibility, 18:17-8, 25, 29
Prince Edward Island consumption, 20:12
Private production, surplus sold to utilities, 2:22-3; 14:29
Pulp and paper industry, 14:58-9, 75-7
See also Wind energy—Electricity generated
Quebec consumption, 11:29
Rates declining with consumption, *see above* Conservation
Rates rising with consumption, industries adversely affected, 22:13-4
Sources, regional variations, 1:38
Supplies, 34:7
Thermal generation, efficiency, 9:6, 24-5; 18:20-1, 27
Total energy needs, proportion of, 1:38
Transmission
Expanding network to isolated communities, 30:41
Interprovincial, Energy Board jurisdiction, 34:21-2
Long distances, 29:39

Electricity—*Cont.*
Transportation sector utilizing, 10:37
See also Automobiles; Biomass energy; Co-generation; Energy—Conversion units; Fuel cells; Hydroelectric power; Hydrogen; Natural gas; Oil and oil products—Prices—Substitution; Railways; Solar energy; Tidal energy; Wind energy; Wood fuel

Electrochemistry, research and development, 31:11-2, 15

Elliott, Mr. Robbins (Executive Director, Royal Architectural Institute of Canada)
Alternative energy and oil substitution, 32:16-7, 32

Emberley, Mr. Kenneth (Private citizen)
Alternative energy and oil substitution, 17:47-50

Emergency planning, *see* Energy; Oil and oil products—Allocation and rationing

Emery, Mr. Les (Member, Energy Committee, Canadian Federation of Agriculture)
Alternative energy and oil substitution, 27:33-42, 50-1, 54

Emmett, Dr. John (Lawrence Livermore National Laboratories, California, U.S.A.)
Alternative energy and oil substitution, 35:6-11, 20-50

Employment, *see* Coal; Conservation; Energy—Manpower shortages; Oil and oil products—Self-sufficiency; Research and development—Manpower shortages; Solar energy—Development

Energy
Advertisements by government stating Canada is net energy exporter, criticism, 32:10, 13, 19; 34:24-5; 36:25
Allocation and rationing program, *see* Oil and oil products and *see below* Emergency planning
Conversion units, electrical *vs* mechanical, etc., 7:17-8
Cost-benefit study, establishing, 17:49-50
"Currency" *vs* "sources" concept, 29:33-6, 41-2
Demand forecasts, 1:56-7; 10:28-9, 35; 16:7-8; 16A:1-9; 17:6; 25:5-6; 26:47-8; 34:9
Analysis methods (bias, backcasting, etc.), 10:32-4, 49-51
Canada-Europe comparison, 22:28-9
Climatic changes affecting, 26:31-3
Commercial sector, 9:69
Conservation and renewables satisfying, 25:14-6
Imperial Oil Limited brief, 9A:43-6
Industrial sector, 9:70
Residential sector, 9:68-9
Transportation, 9:69-70, 75-6; 36:6
See also Renewable energy
Demand/supply
Energy Board hearings, 9:68; 34:4-6
Government funding, 30:48-9, 67-8
Prince Edward Island, 20:5-6
Relationship, 1:32; 20:31
World forecast to 2020, 24:21-4, 35-6
Efficiencies between sources, 9:6
Emergency planning, rationing, etc., 20:28-9; 36:16-7, 21-2
Agricultural sector, 25:38-40
Energy Supplies Allocation Board contingency plans, 36:23-4
Space heating, 32:13-6
Transportation fuels, 36:13-5
See also Oil and oil products—Allocation and rationing program
End-use analysis, 17:43-7; 25:6
Environmental relationship, costs, interdepartmental co-operation, etc., 14:73-4; 24:37-8; 26:18-9, 26-9, 39-42; 26A:1-51; 31:8; 34:51-9

Energy—*Cont.*
Exports
Energy replacements demanded from importing countries, 29:73
Technology, potential, 28:34
See also above Advertisements
Forecasting, 14:54-5, 69; 20:34; 34:6
Energy Board, credibility, 34:12-3
See also above Demand forecasts
Future generations, concern for, 14:89; 16:24
Inquiry, national required *in lieu* of Committee study, 16:6; 17:44
Investments, concentration on conventional sources, impact on social programs, 20:32, 44-6
Investments, impact on economy, 9:36, 44-5, 54-7
Manpower shortages in technically skilled areas, 29:79-80
Net energy concept, 14:46-7
New sources, capital costs, 14:47-8
Planning, 9:6
Long-term, lacking, 26:34-6
See also above Emergency planning
Pricing, 13:21; 14:42-3, 48-9, 55-7, 61, 77; 17:12; 22:25-6; 30:14-5
Economy, impact on, 9:35-8; 9A:27-42
Low-income groups, assistance, 16:31; 20:14
Prince Edward Island, 20:23
True value, determining, 17:9, 16-7; 19:55-6
See also Agriculture; Coal; Conservation; Consumption; Electricity—Rates; Gasoline; Methanol; Natural gas; Oil and oil products; Propane gas
Provincial jurisdiction over resources, 13:40; 14:72
Rationing, *see above* Emergency planning
Recycling not possible as with other resources, 35:8
Self-sufficiency
Local resources, utilizing, 25:21
Provincial *vs* national, 14:36-7; 25:20
See also Agriculture—Farms; Oil and oil products
Small scale projects, 29:64-6
See also Hydroelectric power
"Soft energy path", definition, 10:30; 14:39-40
"Soft energy path", "hard path" relationship, 22:36-7; 32:26-7
Supplies
Creating additional, advantages/disadvantages, 13:19-20; 16:15
Surplus forecasted, 25:23
See also above Demand/supply
Systems, co-ordinating, 1:49-50
Transport Department involvement, 36:4-5
See also Conservation; Consumption; Developing countries; Research and development

Energy Board
Hearings, corporate presentations, tax deductibility, 14:50-1
Role, regulatory and advisory, 34:20-2
See also Alternative energy—Forecasting; Committee—Studies; Electricity—Transmission, Interprovincial; Energy—Demand/supply—Forecasting; Energy policy—National program; Natural gas—Quebec and the Maritimes (Q and M) pipeline; Oil and oil products—Supplies; Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Energy conservation, *see* Conservation

Energy from the Forest (ENFOR) Program, *see* Forest industry

Energy, Mines and Resources Department, *see* Committee—Studies; Consumption—Statistics; Energy policy; Environment; Liquid fuels; Office of Energy Research Development; Organizations/individuals appearing and briefs submitted; Research and development

Energy policy
Alberta and Y.T., 18A:14-52

Energy policy—*Cont.*
British Columbia, 14A:13-49
Central Canada benefitting, 13:38-9
Crossroads Resource Group position, 17A:14-24
Energy, Mines and Resources Department documents, 1:30
Energy, Mines and Resources Department role, 1:51-2, 55; 17:6, 12-3; 30:54
Foreign multinational companies ignoring national interests, 9:14-5
Government priorities, 1:54-6
Lalonde, Hon. Marc, statement, 30A:1-13; 37A:1-2
Leadership lacking, 1:59-61
National program, Energy Board recommendations, 34:23
National program, NRC involvement, 33:17
New Brunswick, 21A:1-24
Northwest Territories, 18A:53-64
Options, historic growth/laissez-faire/more-with-less, etc., 9:10-4
Options, multiple *vs* particular source, 24:33-7; 26:18
Political involvement, reducing, 17:15, 22-4
Political matter, 22:40-1
Prince Edward Island, 20:7; 20A:1-42
Supply oriented, 10:26
Yukon Territory, 18A:1-13
See also above Alberta

Energy Probe, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Energy Supplies Allocation Board, *see* Energy—Emergency planning

Energy Systems Limited, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted; Solar energy

Energybus Program, *see* Conservation

Enerplan, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Enertech Canada, name changed, *see* Canertech

Engines, *see* Alcohol fuels; Automobiles—Fuel efficiency and engine design standards; Stirling cycle engines

Enns, Mr. Victor (Vice President, Solace Energy Centre)
Alternative energy and oil substitution, 14:24-30

Environment
Energy, Mines and Resources Department response, 19:57
See also Alcohol fuels—Ethanol; Alternative energy—Socio-economic and environmental considerations; Atomic energy; Biomass energy—Peat; Coal; Co-generation; Conservation; District heating; Energy; Fusion energy; Geothermal energy; Heat pumps; Hydrocarbons; Hydroelectric power; Hydrogen; Natural gas; Ocean energy resources—Salinity gradients; Oil and oil products—Substitution, Cost comparisons; Solar energy; Thermal energy; Tidal energy—Fundy power project; Wind energy—Turbines

Environment Department
Role, research *vs* inspection, etc., 26:37-9
See also Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Environmental Assessment Review Process (EARP), *see* Tidal energy—Fundy power project

Esso Resources Canada Ltd., *see* Oil and oil products—Athabasca oil sands, Cold Lake project

Etco Photographic Co. Ltd. (Montreal), *see* Committee—Travel

Ethanol, *see* Alcohol fuels

European Economic Community (Common Market), *see* Fusion energy—Projects, INTOR

Excise taxes, *see* Alcohol fuels

Exhibits, 16:3

Exports, *see* Coal; Electricity; Energy; Natural gas; Oil and oil products; Solar energy

Exxon Corporation, *see* Imperial Oil Limited; Solar energy—Research and development, Imperial Oil Limited

FIRE Program, *see* Forest industry—Forest industry renewable energy program

F.T. Fisher's Sons Ltd., *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Farkas, Mr. Geza (Executive Engineer, Shawinigan Energy Consultants Limited)
Alternative energy and oil substitution, 9:97-115

Farlinger, Mr. D. (Chairman, Energy Affairs Standing Committee, Association of Consulting Engineers of Canada)
Alternative energy and oil substitution, 29:65, 69-70, 73-4

Farms, *see* Agriculture; Alcohol fuels; Biomass fuel—Straw combustion; Oil and oil products—Prices; Wood fuel—Plantations

Federal-provincial relations, *see* Agriculture; Renewable energy

Feick, Mr. John E. (Vice President, Nova, An Alberta Corporation)
Alternative energy and oil substitution, 15:35-49

Finland, *see* Biomass energy—Peat

Fisher, Mr. Sydney T. (F.T. Fisher's Sons Ltd.)
Alternative energy and oil substitution, 11:49-74

Flaten, Mr. Glenn (First Vice President and Chairman, Energy Committee, Canadian Federation of Agriculture)
Alternative energy and oil substitution, 27:27-32, 38-40, 43, 49-55

Follwell, Mr. Jim (Committee Research Officer, Science and Technology Division, Research Branch, Library of Parliament)
Alternative energy and oil substitution, 24:19; 27:52-4

Food
Imports, 18:7, 10-2
Pricing, energy relationship, 9:62-3
Production, energy relationship, 16:21-2; 18:7, 14
See also Alcohol fuels—Farms producing

Forest industry
Agro-forestry experiments, 3:35-6
Energy from the forest (ENFOR) program, 1:35, 53; 17:31; 30:37
Forest industry renewable energy (FIRE) program, 1:34-5, 53; 3:6, 9-10, 18-9; 14:41; 17:30-1; 30:37
Forest management programs, initiating, 23:18-9, 24-5
Harvesting strategies, 3:13
Machinery, development, 3:12
Peat bogs used as tree plantations, 23:20
Productivity, increasing, 3:17
Wood wastes, utilizing as energy, 3:25-6; 19:53
See also Methanol; Pulp and paper industry; Wood fuel

Fossil fuels, *see* Hydrocarbons

Foster, Dr. J.S. (Chairman, Canadian National Committee, World Energy Conference)
Alternative energy and oil substitution, 24:20-38

France, *see* Atomic energy; Fusion energy—Research; Solar energy; Tidal energy—La Rance project; Wind energy—Projects

Friends of the Earth, 10:26
See also Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Fuels cells
Developing, 1:49; 29:43-5, 51-2, 55-6
Photovoltics, 9:20
Transportation applications, 6:10; 29:55
See also Hydrogen—Transportation applications

Fundy tidal power project, *see* Tidal energy

Fusion energy
Advantages/disadvantages, 2:36-7; 17:43-4; 25:22-3
Applications, 35:25
Atomic CANDU reactor, symbiotic relationship, 35:39-40, 44
Background, 2:34-6, 44; 13:18; 35:11
Defence-related contribution, 35:45-6
Development, costs, 35:49
Development time scale, 2:37-8; 14:70; 24:26; 35:28, 38
Energy systems, relationship to other, 2:50
Environmental impact, 29:57; 35:19-20, 47-9; 37A:5-10
Fuel supply, inexhaustible, costs, etc., 35:14, 42
Hydrogen production, 2:37, 43-4, 50; 6:27-8; 10:48-9; 29:43; 35:36
National Research Council involvement, 2:34, 42-3; 2A:22-48; 33:19
Potential, 10:48; 34:59-60
Power plants, size, 2:43; 35:37
Program, developing, 2:39-42, 45-8
Projects
Hydro-Quebec proposal, 35:45
INTOR, Soviet-U.S.-ECC-Japanese involvement, 2:38-9, 48; 35:28-9
Sites proposed, 2:44-5
Taurus, joint European project, 2:36
United States, *Plowshare,* 2:47
Radioactivity, 2:48-50; 35:34-5
Renewable, classified as, 33:19-20
Research
Canadian funding, 2:41, 45; 13:19; 14:93; 17:13; 20:18-9; 26:36-7; 30:52-3; 35:29-34
Development phase, 2:39
Expenditures, worldwide, 2:37-8; 35:12
France, 35:42-3
Lawrence Livermore National Laboratories, California, 35:16-9
Scientific feasibility, 2:47-8
Technology, processes, etc., 35:12-6, 20-5, 38-9
Tritium usage, environmental aspects, 2:46-7; 35:20
Tritium usage, importance of Canadian supply, 35:44-5
United States involvement, 35:12, 43

Garbage incinerating plants, *see* Waste conversion

Gas, *see* Biogas fuel; Methane gas; Natural gas; Propane gas

Gasification projects, *see* Biomass energy; Wood fuel

Gasohol, *see* Alcohol fuels

Gasoline
Consumption, 9:70; 15:26
Diesel fuels replacing, 1:42
Prices, not affecting consumption because of greater automobile capital and maintenance expenses, etc., 22:15-8; 36:28-30
Prices, subsidy not needed, 9:66-7
See also Alcohol fuels; Automobiles; Hydrogen—Transportation; Methanol; Oil and oil products—Imports

Gattrill, Mr. Adrian (Executive Director, Canadian Solar Industries Association)
Alternative energy and oil substitution, 28:4-25

Gaz Métropolitain Inc., *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Geothermal energy
Economic feasibility, 26:15-6
Environmental impact, 26:10, 15
Historical background, 26:7
Meager Mountain project, B.C., 26:9-13
Production, actual/forecasted, 24:26-7; 26:14, 16-7
Provincial jurisdiction, 26:10-2
Regina project, 26:8-9, 13-4
Sources, examples, 26:6-8
United States, 26:14
See also Ocean energy resources—Thermal energy; Underground construction

Gore, Mr. Neil R. (Director, Strategic Studies Branch, Transport Department)
Alternative energy and oil substitution, 36:14-21, 26-30

Graham, Mr. John (Committee Research Officer, Science and Technology Division, Research Branch, Library of Parliament)
Alternative energy and oil substitution, 1:71-4; 3:33-6; 6:29-30; 7:34-5; 8:23, 46-7; 9:52, 95-6; 10:48-9; 11:19-20, 72-4; 13:24; 14:73-4; 15:27-8, 33-4; 20:51-2; 21:36; 23:23-5, 37-8; 24:37-8; 29:27-30; 34:61-3, 77-8; 35:50

Gravel, Mr. Jean J.O. (Director-General, Research and Development, Transport Department)
Alternative energy and oil substitution, 36:4-17, 22-7, 30-1

Greenhouses, *see* Atomic energy—Thermal discharge; Solar energy—Applications

Greer, Mr. J.L. (Past Chairman, Energy Affairs Standing Committee, Association of Consulting Engineers of Canada)
Alternative energy and oil substitution, 29:67

Groundwater, *see* Heat pumps; Underground construction

Gurbin, Mr. Gary (PC—Bruce-Grey)
Acid rain pollutants, 24:33
Agriculture, 25:35-7; 27:31
Air conditioning equipment, 11:77-8
Alcohol fuels, 1:48-9; 9:23; 15:18-20; 20:16, 49-51; 25:34-5; 27:31-3
Alternative energy, 7:37-8; 10:44-5; 22:30-1; 24:35
Alternative energy and oil substitution, 1:48-52, 57-8, 74-5; 2:6-7, 19, 24-7, 30, 35, 43-6, 50; 3:26-7; 4:19, 24-7; 6:10, 14-8, 22-4, 28-32; 7:10, 17-22, 37-8; 9:16, 19-24, 41-3, 46, 50-2, 55-66, 77-9, 86, 92-3, 103-6, 111, 115; 10:18-22, 43-5; 11:13-5, 35, 45-8, 57-61, 71, 74, 77-8; 12:12-8, 25-6, 40-1; 13:16-8, 32, 35-7, 44-5; 14:11-5, 36-9, 45, 66-9, 72-5, 84-5, 94; 15:17-20, 26-7, 42-8; 16:18-21; 17:13-6, 32-5, 50; 19:10-4, 34-6, 44-6, 54, 57; 20:11-6, 22-3, 49-51; 21:15, 36; 22:8, 11, 18-23, 28-38; 23:31-3; 24:9-14, 18-23, 32-5; 25:7-8, 19-21, 34-40; 26:5, 47, 52-3, 60-3, 68-71, 76-85, 88-90; 27:14-7, 25-6, 30-5, 56; 28:19-21, 25-7, 34-6; 29:38, 54-8, 64-72, 79; 30:7, 10-2, 18-24, 27-8, 42-6, 50-5, 74-5; 31:17-23; 32:12, 31-2; 33:6, 9-11; 34:11-20, 37, 47-55, 76; 35:10, 18, 30-4, 38, 41, 50; 36:5-7, 16-21, 31
Atomic energy, 7:19; 9:20-1; 13:18; 16:19; 34:53, 76
Automobiles, 30:7, 10-2, 18-24, 27-8; 34:54; 35:41; 36:16-20, 31
Biogas fuel, 11:13-5
Biomass energy, 3:26-7; 17:32-5; 19:54
Canertech, 24:12; 30:53
Coal, 11:57-8; 19:10-4; 27:14-7, 25-6; 30:53; 34:47-8; 35:31
Co-generation, 9:104-6; 10:18-22
Committee
Investigatory powers, conservation omitted in terms of reference, 32:12
Recommendations, 30:51-2, 74-5

Gurbin, Mr. Gary—*Cont.*
Committee—*Cont.*
Report to House, preparation, Ms., 37:8, 19
Studies, 27:56
M., 11:4
Travel, M., 6:3
Conservation, 9:104; 13:17; 16:18-20; 21:15; 22:8, 33-5; 25:7-8, 40; 30:54; 31:17-8; 36:16
Consumption, 1:57-8; 9:23-4, 65-6
Developing countries, 16:20-1; 22:29-30; 28:34-6
District heating, 9:103-4, 111; 20:15
Economic conditions, 26:89-90
Electricity, 9:21-2; 14:72; 20:12; 22:31-3; 29:38
Energy, 1:49; 7:17-8; 9:55-6, 65; 14:36-7, 69; 20:14, 23; 22:28; 24:22-3, 33-4; 25:20-1, 38-40; 29:64; 34:12-3, 51, 54-5; 36:16-7, 21
Energy policy, 1:51-2; 14:39-40; 17:15; 30:54
Environment, 19:57
Food, 9:62-3; 16:21
Fuel cells, 1:49
Fusion energy, 2:43-5, 50; 6:28; 30:52-3; 35:32-4
Gasoline, 9:66
Heat pumps, 13:32, 35-7
Housing, 14:84; 22:23; 32:31-2
Hybrid systems, 13:16
Hydrocarbons, 11:59-60; 13:16; 17:14; 24:32-3; 27:15; 34:50-1; 35:30-1
Hydroelectric power, 7:21
Hydrogen, 6:14-8, 23, 30-2; 17:35; 29:54; 30:54-5; 36:20
Induction heating of solid fossil fuels, 11:59-60
Liquid heat transported by trucks, 11:45-8
Methanol, 13:44-5; 36:18
Mohawk Oil Co. Ltd., 15:17-8
National Research Council, 33:9-10
Natural gas, 12:12-7; 14:74-5; 15:42-8; 17:13-6; 19:34-6; 34:13-5
Nova, An Alberta Corporation, 15:44
Ocean energy resources, 7:10, 18-9
Oil and oil products, 9:41-3, 50-2, 59-62, 92-3; 11:60-1; 14:45, 66-9, 73, 94; 15:26-7; 17:15; 20:13-4, 22-3; 25:19; 26:52-5, 60-3, 67-71, 76-85; 29:67; 30:43-6; 34:16-20; 36:18
Organization meeting, 1:10-7, 22, 25-8
Petrochemical industry, 11:35
Points of order
Documents, appending to minutes and evidence, Ms., 2:18-9; 4:19; 9:115; 12:3; 17:50; 30:42-3
In camera meetings, M., 27:56
Meetings, scheduling, M., 11:5
Meetings, scheduling, M. (Mr. Portelance), 2:6-7
Minister, Chairman requesting information of, M., 11:4
Prince Edward Island Energy Corporation, 20:11-2
Propane gas, 12:14; 15:27
References, *see* Alcohol fuels—Canadian National Power Alcohol Conference
Renewable energy, 9:19; 16:19-20; 17:14; 22:35; 25:21
Research and development, 29:68-72; 31:18-23; 33:6, 10-1; 36:21
Solar energy, 4:24-7; 9:77-9; 14:11-5; 24:9-14, 19; 28:19-21, 25; 29:65-7; 35:32
Stirling cycle engines, 14:84-5
Thermal energy, 1:50
Tidal energy, 7:20
Transportation fuels, 15:19-20; 36:7
Underground construction, 23:31-3
Waste conversion, 12:25-6; 27:33
Wind energy, 2:24-7, 30; 12:40; 19:44-6
Wood fuel, 20:13-5

Hamel, Rev. Peter (Trinity Solar Project)
Alternative energy and oil substitution, 12:30-1

Hammerli, Dr. Martin (Section Leader, Electrochemistry, General Chemistry Branch, Atomic Energy of Canada Limited)
Alternative energy and oil substitution, 6:16-7

Hard energy path, *see* Energy—"Soft energy path"; Renewable energy—Development

Hare, Dr. Ken (Private citizen)
Alternative energy and oil substitution, 34:41-63

Hart, Mr. Douglas (President, Energy Systems Limited)
Alternative energy and oil substitution, 12:35-45

Hay River and Area Economic Development Corporation, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Hayes, Mr. R.D. (Energy Engineer, Engineering and Statistical Research Institute, Research Branch, Agriculture Department)
Alternative energy and oil substitution, 25:30-5, 43, 48-55

Heat pumps
Air to air systems, 13:36-7
Air to ground systems, 8:44-5
Applications, 8:29-31
Durability, 8:37, 45
Economic feasibility, 13:28
Energy consumption, electrical heating statistics, 8:35-6, 40
Energy consumption, oil heating statistics, 8:28-9, 37-40, 46-7
Environmental impact, use of fluorocarbons, etc., 8:46
Europe, advanced application, 8:33-4, 42-3
Groundwater systems, 13:25-37; 13A:40-56
Imports, 13:49
Industrial applications, 8:31-3
Latent heat of vaporization, 8:25-6
Number manufactured, 8:29-30
Ontario Hydro involvement, 8A:3-34
Principles of operation, 8:26-8
Purchases, government low-interest loans, 8:42
United States policy, 8:43
Residential uses, units, economic feasibility, etc., 8:32-5, 40-7; 12:18
Solar energy, compatibility, 8:36-7
Stirling cycle engines, employing, 14:81-2

Helio-Quebec, background, 10:40

Helliwell, Mr. John (Solace Energy Centre)
Alternative energy and oil substitution, 14:30, 35-45

Henry, Mr. David (President, Canadian Energy Development Systems International)
Alternative energy and oil substitution, 28:27-37

Highways and roads, energy conservation measures
Narrower streets, 21:33
Speed limits, reducing, 30:59-60
Stop signs changed to yield, 21:36

Holtz, Ms. Susan (Ecology Action Centre)
Alternative energy and oil substitution, 19:54-8

Hot water heating, *see* Liquid heat transported by trucks

Housing
Air-tight models, criticism, 32:6, 12
Building code for energy conservation, 1:53-4; 16:31; 20:20; 21:32
Charlottetown, energy efficient subdivision, 32:30-1
Energy audits, implementing, 22:23; 32:31-2
Energy consumption, statistics, 16:23, 33-4
Energy efficiency
Incentives towards, 16:32-3
Low-energy models (insulation, south-facing, air-tight, etc.), 16:25-7; 16A:10-5; 22:18-21

Housing—*Cont.*
Energy efficiency—*Cont.*
Monitoring, 32:8-9
National Research Council involvement, 33:16-7
Standards, 22:34; 30:35
Sweden testing, 16:27
Heating systems
Non-conventional examples, 9:7-8
Northern Canada, 30:37
Stirling cycle engines employed, 14:84
See also Biomass energy—Home heating; Electricity—Home heating; Energy—Emergency planning; Hydrogen; Natural gas; Propane gas
Insulation, 14:48-9; 16:34-5
And heating improvements, 1:31; 9:20; 13A:57-83; 31:26-7
Newfoundland, 18:19-20, 26
Ontario Hydro involvement, 8:41
Rental and commercial sectors, 25:9
Insulation program (CHIP), 9:30; 22:24; 30:34-5
Prince Edward Island, 20:20, 42
Regions where natural gas not available, additional CHIP funding, 30:45-6
Living area *per capita*, increasing, 16:16
Residential rehabilitation assistance program (RRAP), 25:9
Retrofits, 4:37-8; 16:27-30; 25:8-9, 23-4; 31:7
Saskatchewan Conservation House, Regina, 9:28; 13:12-3; 16:24-5; 33:16
See also Energy—Demand forecasts, Residential sector; Heat pumps—Residential uses; Solar energy—Residential heating

Hunt, Mr. Douglas C., Q.C. (Director, Newfoundland Light and Power Co. Limited; Partner in law firm of Halley, Hunt)
Alternative energy and oil substitution, 18:15-7, 23

Huza, Mr. Stephen E. (Executive Vice President, Circul-Aire)
Alternative energy and oil substitution, 11:75-8

Hybrid systems, advantages, 13:16-7

Hydrocarbons
Carbon dioxide emissions, climatic changes resulting, etc., 11:59-60; 13:16; 14:93-4; 17:8; 24:29-33, 37; 26:29; 27:14-8; 29:36-7; 34:42-4, 50-1, 56-8, 78
Benefits, 34:48-50, 62
Consumption, increasing, 29:45-6
Dependency on, reducing, 29:35
Environmental problems, 17:14
Supply, finite, time scale remaining, 35:9-10, 30-1
Transportation fuel usage, discouraging, 23:14-5
See also Induction heating of solid fossil fuels; Petrochemical industry—Feedstocks and *particular resources*

Hydroelectric power
Churchill Falls power development
Environment studies, 1:63
Exports to U.S., 34:7
Transmitting power to island, economic feasibility, 18:22, 27-8
Development, future benefits, 7:27
Environmental impact, 7:28
Hay River, N.W.T., power plant, developing, 18A:65-7; 34:24
Ice problems, 7:21-2
James Bay power development, *see* Tidal energy—Fundy power project
New Brunswick potential, 21:8, 12
Newfoundland, expansion limitations, 18:28-9
Projects, construction costs, forecasting, 7:36-7
Small scale plants, 1:39; 7:12, 27; 14:27-9; 28:31; 29:61, 65
Hydro-Quebec re-opening, 10:40-1

Hydroelectric power—*Cont.*
Supplies, additional forecasted, 1:38-9, 61-2
Environmental impact studies, 1:62-3
Total electricity generated, proportion of, 1:38; 34:9
Turbines, operation, 7:26-7

Hydrogen
Advantages/disadvantages, 1:45, 64; 17:35-6; 29:36, 48; 30:54-5
Applications, 6:7, 30; 34:69
Background, 6:5-6; 29:32; 34:68
Development
Bruce atomic energy power development supporting, 34:65-6, 72, 77
Encouraging, 29:53-4; 34:71
Timeframe, 6:13-4, 20-7
Electricity, comparison, 29:32
Embrittlement factor, 6:17
Environmentally benign, 6:13-4, 21-2; 29:32, 35, 42-3, 56-7
Federal hydrogen program, 6:8-9
Future energy systems based on hydrogen and electricity, 29:37-41, 49-50
Heating systems based on, 29:44
National Research Council involvement, 6A:1-18
Oil comparison, 6:10
Ontario task force, 6:29
Potential, 35:36
Production processes, 6:6; 29:47-8
By-products, oxygen and deuterium oxide, 6:10, 16-7
Cost comparisons, 6:9
"Dirty" hydrogen from coal, 6:15-6
Research and development, 31:12
Education requirements, 6:19
Funding from government and private sectors, 6:18-20; 29:50-1, 54-5
United States comparison, 6:19
Safety, 6:14-5, 21, 30-2
Small scale generation, 29:48-9
Storage, 6:6-7; 29:48
Supply, misleading to state limitless, 29:36
Total energy needs, forecast, 6:7-8, 17-8
Transmission methods, 6:12-3, 28-9
Transportation applications as liquid or hydride, 6:11-2, 26; 29:55; 36:12, 20
Aircraft, 6:12
Fuel cells, comparison, 6:11
Gasoline comparison, 6:29-30
United States
Manhattan experiment, 6:15
See also above Research
See also Fusion energy; Oil and oil products—Heavy oil—Prices, Electricity

Hydrogenation process, *see* Liquid fuels—Synthesis

Hydrology, *see* Water resources

Hydrolysis, *see* Wood fuel

Hydro-Quebec, *see* Fusion energy—Projects; Hydroelectric power—Small scale plants; Wind energy—Projects, Îles-de-la-Madeleine

ICG Scotia Gas Ltd., *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

IEA, *see* International Energy Agency

INTOR, *see* Fusion energy—Projects

Îles-de-la-Madeleine, Que., *see* Committee—Travel; Wind energy—Projects

Immen, Mr. Wallace, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Imperial Oil Limited
Exxon Corporation, controlling stockholder, 9:81-2
Patentable information and technological developments, ownership by Exxon, 9:90
See also Alcohol fuels; Coal; Committee—Studies; Oil and oil products—Athabasca oil sands, Cold Lake project; Organizations/individuals appearing and briefs submitted; Solar energy—Research and development

Income tax, deductions, *see* Energy Board—Hearings

Induction heating of solid fossil fuels, 11A:130-220; 13:24
Development, 11:64, 71-2
Economic feasibility, 11:54-5
Energy balance (outputs/inputs), 11:59
Energy, self-generating, 11:73
Environmental impact, 11:62-3, 73-4
Feasibility studies, 1:52-3
Materials remaining after process, 11:63-4
Oil industry reaction, 11:64
Pilot demonstration project, 11:72-3
Principles, 11:50-1
Processing plants, regions with potential, 11:51
Research funding, 11:65-6
Scientific community reaction, 11:64-5, 68-9
World energy needs, forecasted proportion of, 11:53-6
See also Coal; Oil and oil products—Athabasca oil sands—New Brunswick oil shales

Industry, *see* Biomass energy; Conservation; Energy—Demand forecasts; Forest industry; Heat pumps

Inertia Group Ltd., *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Inflation, *see* Oil and oil products—Prices, Canada-U.S. differences—Self-sufficiency

Institute of Man and Resources, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Insulation, *see* Housing

Inter-City Gas Corporation, 29:4-5, 12
See also Organizations/individuals appearing and briefs submitted

InterGroup Consulting Economists Ltd., *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

International Energy Agency (IEA), *see* Consumption; Oil and oil products—Supplies

Investment, Canadian, *see* Energy

Jacques A. Khouri & Associates, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

James Bay power development, *see* Hydroelectric power

Japan, *see* Automobiles—Electric vehicles; Coal—Exports; Fusion energy—Projects, INTOR

Jerusalem artichokes, *see* Alcohol fuels—Ethanol

Jessop, Dr. A. (Head, Geothermal Studies, Energy, Mines and Resources Department)
Alternative energy and oil substitution, 26:6-17

Johnson, Mr. F.G. (President, Electric Vehicle Association of Canada)
Alternative energy and oil substitution, 30:5-32

Jones, Mr. Dwight G. (President, Marinetech Laboratories Ltd.)
Alternative energy and oil substitution, 14:77-85

Juchymenko, Mr. A. (President, Co-generation Associates Limited)
Alternative energy and oil substitution, 10:5-25

Kansas City, Mo., *see* Committee—Travel; Underground construction

Karas, Mr. A.N. (Assistant Director, Planning Group, Electric Power Branch, Energy Board)
Alternative energy and oil substitution, 5:5-16; 8:8-22

Kerwin, Dr. Larkin (President, National Research Council)
Alternative energy and oil substitution, 33:5-14, 17-27

Khouri, Mr. Jacques, A. (Jacques A. Khouri and Associates)
Alternative energy and oil substitution, 14:7-23

Kirk, Mr. David (Executive Secretary, Canadian Federation of Agriculture)
Alternative energy and oil substitution, 27:32-3, 43-4, 48-54

Knoerr, Mr. Don (Executive Member, and Member, Energy Committee, Canadian Federation of Agriculture)
Alternative energy and oil substitution, 27:38-9, 46-7

Labuda, Mr. J. (Chief, Fuels, Air Pollution Control Directorate, Evironmental Protection Service, Environment Department)
Alternative energy and oil substitution, 26:25-6

Lajambe, Mrs. Hélène (Researcher, Friends of the Earth)
Alternative energy and oil substitution, 10:34-47, 50

Lalonde, Hon. Marc (L—Outremont; Minister of Energy, Mines and Resources)
Alternative energy, 30:62-3
Alternative energy and oil substitution, 30:33-42, 50-75
Automobiles, 30:36
Canertech, 30:37, 53
Coal, 30:53
Committee, recommendations, government considering/implementing, 30:51-2, 74-5
Conservation, 30:35-6, 54
Electricity, 30:41, 64-5
Energy policy, 30:54
Forest industry, 30:37
Fusion energy, 30:52-3
Highways and roads, speed limits, 30:59-60
Housing, 30:34-7
Hydrogen, 30:54-5
Liquid fuels, 30:38-40
Methanol, 30:55-6, 72-4
Natural gas, 30:41
Oil and oil products, 30:34, 39-42
Propane gas, 30:40
References, *see* Energy policy
Renewable energy, 30:36-7, 57-8, 68-70
Solar energy, 30:37-8
Tidal energy, 30:58-9
Transportation, 30:50

Larochelle, Mr. Al (Private citizen)
Alternative energy and oil substitution, 13:47-9

Lawrence Livermore National Laboratories, *see* Committee—Studies; Fusion energy—Research; Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Lecours, Richard (Committee Research Officer, Science and Technology Division, Research Branch, Library of Parliament)
Alternative energy and oil substitution, 13:37

Lefebvre, Mr. Thomas (L—Pontiac-Gatineau-Labelle; Chairman)
Agriculture, 25:44-6; 27:48-9
Air conditioning equipment, 11:76-7
Alcohol fuels, 15:13-6; 20:40-1, 51-3; 25:30-4, 54-5; 27:35-8
Alternative energy, 17:10; 29:25-6
Alternative energy and oil substitution, 1:64-7; 2:19-21, 46; 3:22-5, 36-7; 4:33-6; 6:20-1; 7:37; 8:7-9, 12, 24, 37-40; 9:38-40, 48-9, 55, 75-7, 87, 91-2, 96-7, 112; 10:14-5, 22-3, 40-1; 11:10-3, 25-8, 43-5, 55-6, 65-8, 76-7; 12:10, 24-8, 41-2; 13:8-9, 23-4, 44-5; 14:15-7, 22, 44-5, 61-2; 15:12-6, 30-1; 16:13, 22, 25, 28, 32; 17:10-1, 32, 40-2; 18:8-10, 22-5; 19:7-10, 27, 30-2, 48-9, 54-5; 20:19-22, 29-30, 40-4, 51-4; 21:24-5, 32; 22:15-22; 23:12-3, 39; 24:7-8, 17, 22, 31-2; 25:12-7, 30-4, 44-6, 54-5; 26:5-6, 9-14, 21-6, 48-9, 54-6, 69, 73-4, 85; 27:5, 8-13, 18-9, 25-7, 35-8, 46-9; 28:26, 36-7; 29:8-12, 21, 24-7, 30-3, 38, 50-1, 56-9, 69-71, 79-80; 30:32-3, 71-4; 31:4-6; 33:6, 12, 16, 28; 34:25-8, 33, 37, 41-2, 46-53, 60, 68-71, 75-7; 35:28-9, 46-9; 36:22-8
Atomic energy, 34:68-70
Automobiles, 25:16-7; 36:25-6
Biogas fuel, 11:10-3
Biomass energy, 1:64-6; 3:36
Canertech, 17:11
Chignecto canal, 25:12-3
Coal, 11:66-8; 19:7-9; 21:24-5; 23:12-3; 24:22; 25:13-4; 26:25-6; 27:8-13, 19, 26; 34:47-8, 52
Co-generation, 10:14-5, 22-3
Committee
Investigatory powers, 16:22
Public accessibility, 17:41
Staff, 8:4
Standing committee preferred *in lieu* of special, 17:41-2
Studies, 9:49, 96-7
Conservation, 12:10; 16:13; 24:31-2
Consumption, 34:46
District heating, 9:112; 11:43
Economic conditions, ECC forecasts, 9:38-9
Election as Chairman, 1:7
Electricity, 18:22-5; 21:32
Energy, 9:75-6; 24:22; 36:23
Forest industry, 3:25
Fusion energy, 2:46; 35:28-9, 47-9
Gasoline, 22:15-8
Geothermal energy, 26:9-14
Heat pumps, 8:37-40
Helio-Quebec, 10:40
Housing, 16:25, 28, 32; 20:20; 21:32; 22:18-20; 33:16
Hydrocarbons, 34:49-50
Hydroelectric power, 7:37; 10:40-1
Hydrogen, 6:20-1; 29:38, 50-1, 56-7
Induction heating of solid fossil fuels, 11:65-6; 13:24
Liquid fuels, 9:48-9
Liquid heat transported by trucks, 11:43-4
Methanol, 1:66-7; 3:22-4; 13:44-5; 15:30-1; 17:31-2; 20:41; 26:23-5; 29:26-7, 30; 30:71-4
National Research Council, 33:12, 28
Natural gas, 11:25-8; 14:44-5; 19:30-2; 20:42-3; 29:10-2, 24-5; 34:25-8
Oil and oil products, 9:39-40, 72, 91-2; 14:61-2; 15:12; 20:19-20, 42-4; 22:22; 26:54-6, 69, 73-4, 85; 34:26-7
Propane gas, 3:37
Renewable energy, 10:41; 20:54; 26:22-3
Research and development, 29:69-71; 33:6
Solar energy, 1:64-7; 4:33-6; 9:75; 12:41-2; 14:15-7, 22-3; 18:8-10; 20:53-4; 22:22; 24:7-8, 17; 28:26

Note: See page 1 for Dates and Issues

Lefebvre, Mr. Thomas—*Cont.*
Tidal energy, 8:7-9, 12, 24
Transportation, 20:20; 22:17; 36:23
Underground construction, 23:39
Waste conversion, 12:27-8
Wind energy, 2:19-21; 19:48-9; 20:29-30
Wood fuel, 3:24-5, 36; 13:8-9; 20:20-2; 34:77

Legget, Mr. Robert F. (Consultant, Chemical Institute of Canada)
Alternative energy and oil substitution, 23:27-40

LeRoux, Dr. E.J. (Assistant Deputy Minister, Research Branch, and Chairman, Interbranch Energy Committee, Agriculture Department)
Alternative energy and oil substitution, 25:25-30, 35-6, 40-51

Library of Parliament, *see* Committee—Staff

Lindberg, Dr. G.M. (Director, National Aeronautical Establishment, National Research Council)
Alternative energy and oil substitution, 2:7-9, 16-28, 31-3

Liquefaction, *see* Coal

Liquid fuels
Advantages/disadvantages, 1:40-1; 30:39-40
Dependency, increasing in non-oil sectors, 30:38-9; 34:8-9; 36:7, 13
Energy, Mines and Resources Department document, 1:47-8
Government strategy, 30:40
Research and development funding, 30:63; 31:9-10
Supplies, 1:41; 31:9
Synthesis and hydrogenation processes, developing, 1:43, 46-7; 3:12, 20-1
See also Alcohol fuels; Automobiles; Coal; Gasoline; Oil and oil products

Liquid heat transported by trucks, 11:37-43; 11A:112-29
Air heating buildings, 11:49
Direct use of liquid not envisioned, 11:45-6
Disposal, 11:48
Economic feasibility, 11:44-5
Heat retention problem, 11:46-8
Supply, 11:48

Low-income groups, *see* Energy—Pricing

MacBain, Mr. Al (L—Niagara Falls)
Agriculture, 25:41-3; 27:49
Alcohol fuels, 1:74; 9:84; 15:31-2; 27:44-6, 52
Alternative energy, 1:58-9; 7:28-30; 9:63-4; 13:19-20; 14:93; 29:74-7; 30:60-2
Alternative energy and oil substitution, 1:58-61, 74; 2:5-6, 27-30, 47-50; 3:13, 37; 5:4, 15-6; 6:25-6; 7:16, 28-31, 39; 8:24, 34-5; 9:38, 47-50, 56, 63-4, 84-9, 97; 10:14, 45-6; 11:36, 68-9; 12:26-8, 39; 13:19-20, 43-4; 14:35, 70-1, 83-4, 93-4; 15:31-2; 16:15-6; 17:12-3; 19:8, 15-6, 47-8; 20:16-9, 27-8; 21:3; 23:17-9, 35; 24:16-9; 25:14-6, 41-3; 26:33-7, 84; 27:13-4, 19, 44-6, 49, 52; 28:15-9, 33; 29:12-5, 54, 74-8; 30:59-62; 32:4, 12-6; 33:7, 21-4; 34:20-5, 56-7, 60-1, 64, 71, 74-6; 35:5, 35-7, 49; 36:13-5, 18-23
Atomic energy, 34:76
Automobiles, 26:33-4
Biomass energy, 1:58-9; 35:36-7
Coal, 13:43-4; 14:35, 70; 19:15-6; 27:13-4, 19
Committee
Office space and secretarial assistance, authorizing, M., 2:5
Report to House, preparation, Ms., 35:3; 37:18-9
Role, 10:45-6
Studies, 9:50
Ms., 11:4; 35:3
Travel, M., 11:3

MacBain, Mr. Al—*Cont.*
Conservation, 16:15; 17:13; 20:17-8
Consumption, 25:16
Energy, 9:56; 13:19; 16:15; 20:28; 25:14-6; 26:34-6; 32:13-6; 34:24-5; 36:13-5, 23
Energy Board, 34:20-2
Energy policy, 1:59-61; 17:12; 34:23
Forest industry, 3:13; 23:18-9
Fusion energy, 2:47-50; 13:19; 17:13; 20:18-9; 26:36-7; 35:36, 49
Heat pumps, 8:34-5
Highways and roads, 30:59
Housing, 16:16; 32:12
Hydrocarbons, 14:93-4; 34:56-7
Hydroelectric power, 34:24
Hydrogen, 6:25-6; 29:54; 34:71; 35:36
Induction heating of solid fossil fuels, 11:68-9
Inter-City Gas Corporation, 29:12
Methanol, 13:44; 29:13-5
National Research Council, 33:22-4
Natural gas, 14:70
Oil and oil products, 9:47-8, 85-9; 20:16, 27; 34:22-4; 36:19
Oil industry, 14:71; 26:84
Organization meeting, 1:13-23, 27-8
Petrochemical industry, 23:17
Points of order
Documents, appending to minutes and evidence, Ms., 9:97; 10:14; 14:95; 20:3
In camera meetings, Ms., 1:17; 7:39; 35:5
Meetings, rules governing, M., 11:3
Meetings, scheduling, 5:4
M. (Mr. Portelance), 2:6
Questioning of witnesses, M., 35:3
Report to House, adopting, M., 21:3
Population, 16:15; 35:35
Propane gas, 29:12-3
References, *see* Alcohol fuels—Canadian National Power Alcohol Conference
Renewable energy, 26:33
Research and development, 33:7, 21-3
Solar energy, 12:39; 24:16-9; 28:17-9; 35:35-6
Stirling cycle engines, 14:83-4
Tidal energy, 5:15-6; 8:24; 29:77; 30:61
Transportation, 20:17
Underground construction, 23:35
Waste conversion, 12:26-7
Wind energy, 2:27-30; 19:47-8
Wood fuel, 3:13, 37

MacDonald, Mr. H.F. (Private citizen)
Alternative energy and oil substitution, 20:46-53

MacGregor, Mr. C.J. (Private citizen)
Alternative energy and oil substitution, 34:63-78

Major & Martin, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Manhattan experiment, *see* Hydrogen—United States

Manitoba, *see* Alcohol fuels

Manufacturing industry, *see* Consumption

Margolick, Mr. Michael (Solace Energy Centre)
Alternative energy and oil substitution, 14:30-4, 39-42

Mariculture, *see* Biomass energy

Marinetech Laboratories Ltd., *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Maritime energy corporation, failure to establish, 20:25-6; 21:9

Marriott, Mr. Charles W. (Director General, Natural Gas and Transportation, Energy, Mines and Resources Department)
Alternative energy and oil substitution, 30:44-5

Mattock, Mr. Christopher, P. (Solar Applications and Research)
Alternative energy and oil substitution, 14:46

Matusek, Mrs. Kay (Jacques A. Khouri & Associates)
Alternative energy and oil substitution, 14:16-7, 20-4

Maund, Mr. G.B. (Strategic Studies, Transport Department)
Alternative energy and oil substitution, 36:18, 27

McCaig, Mr. L.W. (Chairman, Energy Resources Sub-Committee, Association of Consulting Engineers of Canada)
Alternative energy and oil substitution, 29:74

McCall, Mr. Lewis (Crossroads Resource Group)
Alternative energy and oil substitution, 17:46-7

McCauley, Mr. Gary (L—Moncton; Parliamentary Secretary to Minister of Consumer and Corporate Affairs and Postmaster General)
Agriculture, 21:20-1
Alcohol fuels, 21:21
Alternative energy, 8:19-20; 16:13-4; 21:10
Alternative energy and oil substitution, 1:47-8, 70-1; 3:13-4; 5:5; 8:13-5, 19-20; 9:31, 90; 14:23, 28, 83; 15:16-7, 35, 38-9; 16:13-4; 17:22-3; 18:9-11, 25; 21:10-1, 20-2, 33-4; 23:10-1; 26:30-2; 28:21-2; 30:64-7
Automobiles, 30:65-6
Biomass energy, 18:25
Coal, 1:70
Conservation, 21:34; 26:30-1
Consumption, 9:31
District heating, 21:33
Electricity, 30:64-5
Energy, 26:31-2
Energy policy, 17:22
Food, 18:10-1
Hydroelectric power, 14:28
Imperial Oil Limited, 9:90
Liquid fuels, 1:47
Natural gas, 15:35, 38-9
Oil and oil products, 15:16; 17:23; 21:10-1, 21; 23:10; 30:66-7
Organization meeting, 1:12, 18, 22-3
Petrochemical industry, 23:11
Points of order
Documents, appending to minutes and evidence, M., 37:8
In camera meetings, transcript for Committee use only, M., 21:3
Witnesses, expenses, Committee paying, M., 6:3
Propane gas, 15:16-7
Solar energy, 14:23; 18:9; 28:21-2
Stirling cycle engines, 14:83
Tidal energy, 8:13-4; 21:11
Transportation, 21:33
Wood fuel, 3:13-4; 15:39; 21:10

McKay, Dr. D. (Climatological Applications Branch, Atmospheric Environment Service, Environment Department)
Alternative energy and oil substitution, 26:31-2

McKenzie, Mr. D. Ian (Geomorphologist)
Alternative energy and oil substitution, 13:25-37

McLennan, Mr. K.A. (President, Association of Consulting Engineers of Canada)
Alternative energy and oil substitution, 29:58-80

Meacher, Mr. M.G. (Vice President and General Manager, ICG Scotia Gas Limited)
Alternative energy and oil substitution, 19:26-38

Medjuck, Mr. R.M., Q.C. (Chairman, Scotia Liquicoal Limited)
Alternative energy and oil substitution, 19:5-15

Methane gas, *see* Waste conversion—Sewage

Methanol
Advantages/disadvantages, 13:42; 15:30; 17:31-2; 34:32-4
Canadian Methanol Canadien (CMC) proposals, 29:8-10
Coal conversion process, 13:41-7
Developing, 22:27-8
Energy balance (inputs/outputs), 29:45
Forest biomass producing, 13:46; 26:23-5; 29:14-5, 26-7, 30; 36:18
Gasoline, producing synthetic, Mobil Oil projects, etc., 15:30-1; 36:27-8
Natural gas producing, 29:13-4; 30:55-7
Pilot projects, 1:66-7, 73-4; 3:23-4; 31:32-3
Pricing structure, 29:22-3
Prince Edward Island potential production, 20:41
Production, Bruce atomic energy power development supporting, 34:65
Production process, costs, compatibility with gasoline, etc., 1:44-5, 63-4; 3:21-3, 27; 29:23-4
Transportation vehicles utilizing, 14:38; 29:23, 28-30; 36:6, 9-10, 26-7
See also Alcohol fuels—Development—Engine development; Wood fuel—Waste wood

Meyer, A.E. (President, RDC Research Development and Consulting Ltd.; Consultant, Mohawk Oil Co. Ltd.)
Alternative energy and oil substitution, 15:5-34

Miller, Mr. C.H. (Professor, Mechanical Engineering, Technical University of Nova Scotia)
Alternative energy and oil substitution, 19:39-49

Miller, Mr. J. Douglas (Vice President, Royal Architectural Institute of Canada)
Alternative energy and oil substitution, 32:4-32

Mills, Mr. Norris (Superintendent of Public Works, Town of Oromocto, N.B.)
Alternative energy and oil substitution, 21:33-6

Mobil Oil Corporation, *see* Methanol—Gasoline

Mogridge, Dr. G.R. (Research Officer, Hydraulics Laboratory, National Research Council)
Alternative energy and oil substitution, 7:35

Mohawk Oil Co. Ltd., 15:5, 17-8
See also Alcohol fuels—Ethanol; Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Morrison, Mr. William, D. (Hydrogeologist)
Alternative energy and oil substitution, 13:31-5

Motor vehicles, *see* Automobiles

Murray, Dr. J.J. (Research Officer, National Research Council)
Alternative energy and oil substitution, 6:19-20, 31

Myers, Mrs. Lynn (Committee Research Officer, Science and Technology Division, Research Branch, Library of Parliament)
Alternative energy and oil substitution, 4:4-5, 39; 6:27-9; 24:14-5; 30:30

NRC, *see* National Research Council

National Energy Board, *See* Energy Board

National Energy Program, *see* Energy policy

National Research Council
Funding, increasing, 33:28
Management functions, 7:23-4; 33:9-10
Mandate, 33:22
Manpower shortage, 33:8, 12-3
Morale problem, 33:23-4
See also Biomass energy; Coal—Liquicoal; Conservation; Energy policy—National program; Fusion energy; Housing—Energy efficiency; Hydrogen; Ocean energy resources; Organizations/individuals appearing and briefs submitted; Research and development; Tidal energy—Fundy power project; Wind energy

Native people, social impact of oil and gas exploration and uranium mining, 12:31

Natural gas
Advantages, 11:25
Alaska Highway (AlCan) pipeline, 34:8, 21
Arctic pilot project, Melville Island, N.W.T. pipeline/LNG tanker, 14:74-5; 19:35; 34:8
Atlantic provinces, access, 19:19; 20:42-3
See also below Quebec and the Maritimes (Q and M) pipeline
Coal-liquid natural gas mixture, investigating, 19:24
Consumption, 11:21-2; 12:5-6; 15:35, 41, 44; 19:27, 33
Conversions from oil to gas, 14:75; 15:34, 37-8, 41-2, 49; 16:30; 19:28-34; 29:7
Costs, 29:11-2
Oil distributors, problems, 11:30-1, 34-5; 12:11-2; 19:32
Quebec, costs, etc., 11:26-7, 32-3
Distribution system, expansion, 12:12-3; 15:45-6; 15A:4-26; 19:29, 34-5; 29:16-8; 30:41
Electrical heating, comparison, 12:12, 19-20; 19:33
Environmental impact, 12:14; 17:15-6; 19:30
Exports, effect on supply and prices, 12:8-9; 14:51, 65; 15:47-8; 17:18
Exports to U.S., 19:36; 34:15, 25-6
Federal government not properly informed, 15:44-5
Heating equipment, improving, 29:10-2, 24-5
Nova Scotia market, 19A:29-41
Offshore reserves, connecting to markets, 34:8
Oil substitution potential, 11:24-6; 12:6-7; 14:41; 19:27
Petrochemical industry, relationship, 19:36-7; 29:62
Pricing structure, tying to oil at incentive price, 11:23, 28, 33-4; 12:13-5; 14:57-8; 15:35-40; 19:37-8; 22:39-40; 26:61; 29:19-21
Quality, 15:43
Quebec and the Maritimes (Q and M) pipeline, 34:7-8
Export market, 34:14-5, 30-1
Maritime portion, constructing, reversibility, etc., 15:39, 45; 19:27-31, 35-7; 21:13-4; 34:27-8
Maritime portion, Energy Board rejecting application, 34:28-30
Quebec market, potential, 11:22-4, 29-30; 11A:55-111
Research, 12:14
Supplies, 11:22; 12:17-8; 15:42-3, 47-8; 17:13-6; 29:18-9; 34:7-9, 13-4
Synthetic, Union Gas Limited purchasing, 12:16-7
Transportation vehicles utilizing, 1:45; 14:38; 15:13, 46; 29:29
Union Gas Limited brief, 12A:1-2
Utilities, government regulatory control, impact, 12:15-6
Vancouver Island pipeline, feasibility, etc., 14:32, 40-1, 44-5, 70, 74; 34:8
See also Electricity—Atlantic provinces; Housing—Insulation program, Regions where natural gas not available; Methanol; Oil and oil products—Import compensation program, Removing; Propane gas—Pricing structure

Neale, Mr. R.J. (ENFOR Program Manager, Canadian Forestry Service, Environment Department)
Alternative energy and oil substitution, 26:23-5

New Brunswick, *see* Alcohol fuels—Ethanol, Potato culls producing; Coal; Conservation—Municipal programs; District heating—Oromocto; Electricity; Energy policy; Hydroelectric power; Oil and oil products; Wood fuel—Residential use

New Brunswick Developement Institute, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

New Brunswick Federation of Agriculture, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Newfoundland-Labrador, *see* Electricity; Housing—Insulation; Oil and oil products—Refineries, Come-by-Chance; Wind energy

Newfoundland Light and Power Co. Limited, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Noël, Mr. Pierre (Economist, Major & Martin)
Alternative energy and oil substitution, 11:30-1, 34

Noël, Mr. Robert (Vice President, Marketing, Gas Métropolitain Inc.)
Alternative energy and oil substitution, 11:27, 33-5

North-south relations, *see* Consumption; Developing countries

Northern Canada, *see* Housing—Heating systems

Northwest Territories, *see* Energy policy; Hydroelectric power—Hay River; Natural gas—Arctic pilot project; Organizations/individuals appearing ad briefs submitted

Nova, An Alberta Corporation, 15:44
See also Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Nova Scotia, *see* Coal—Production; Natural gas

Nuclear fission energy, *see* Atomic energy

Nuclear fusion energy, *see* Fusion energy

OECD, *see* Organization for Economic Co-operation and Development

OPEC, *see* Organization of Petroleum Exporting Countries

Ocean energy resources
Currents, potential, 7:7, 11
Development, timeframe, 7:31
Magnitude, 7:8
National Research Council involvement, 7:31-2; 7A:41-62
Salinity gradients, energy extraction potential, 7:6, 10, 25
Environmental effects, 7:35
St. Lawrence river as example, 7:11
Thermal energy (solar), amount, extraction limitations, etc., 7:4-6, 9-10, 18-20, 34-5
Geothermal energy comparison, 7:18
Tidal energy, *see* Tidal energy
Wave energy
Britain, involvement, 7:34
Potential, 7:7, 13-5, 27, 35
Projects, 7:15-6

Office of Energy Research Development, role, 1:40, 61; 31:37

Offshore resources, provincial jurisdiction, 13:39

Oil and gas exploration
Decline, 15:24
Incentives, 9:82-4; 15:36
See also Native people

Oil and oil products
Allocation and rationing program, 20:22-3, 28
Athabasca oil sands
Atomic energy power plant assisting extraction, 34:70, 75
Cold Lake project (Esso Resources Canada Ltd.), completion date, 9:80-1, 85
Cold Lake project (Esso Resources Canada Ltd.), Imperial Oil Limited holdings, 9:92
Development, economic impact, time factor, etc., 9:47-8, 87-9; 14:66-7; 15:5-6; 25:19; 29:63, 67-8
Induction heating extraction process, comparison to *in situ*, etc., 11:60-3, 70-1
See also Solar energy—Development
Beaufort Sea reserves, 34:24
Consumption, 14:47, 52, 56; 16:10-1; 34:66
Petrochemical industry, 23:8-10
See also below Quebec
Crisis, definition, 29:31-2; 32:18-21
Development, 19:39-40; 21:7; 26:85-6; 29:61
Environmental impact, 14:73; 34:52
Exports, 9:89; 34:31-2
See also below Heavy oil
Heating oil
Residential consumption forecasts, 9:69
See also Heat pumps—Energy consumption
Heavy oil
Exports, 34:26, 31
Hydrogen and soft coal converted into, 6:22-3
Judy Creek, Alta., enhanced recovery project, 9:92
Import compensation program, 19:57-8
Atlantic provinces benefits, 21:6
National debt, impact, 9:45-7, 50-2
Preventing rational decisions based on real price of oil, 17:15
Redirecting funds to oil conserving sources, 20:27
Removing, economic impact, 20:44; 29:22
Removing once natural gas available in Atlantic provinces, 19:37-8
Subsidy excessive, 14:45
See also Waste conversion—Prince Edward Island
Imports, 34:16-7
Costs, 19:18
Dependency on, 1:41; 20:13-4; 21:7, 11
Forecasts, 9:53-4; 34:6
Gasoline, portion converted into, 34:32
See also Alternative energy
Investments required, 26:66-7
New Brunswick oil shales, induction heating process extraction possibility, 11:70
Petrochemical feedstocks
Preferred use in future instead of combustion usage, 9:95-6; 13:24-5; 14:92-4; 15:38; 23:20-1; 29:62
See also above Consumption
Pipelines, 34:8
Prices
Blended pricing scheme, 26:52-3, 59-61
Canada-U.S. differences causing inflation rate differences, 9:59-60
Cushioning impact, 14:64, 68-9; 21:7
Domestic market price, relationship to world market, 17:24-5; 36:30
Economy, impact on, 9:40-4; 14:7
Electricity and hydrogen relationship, 36:18-9
Farms, impact on, 21:21-2
Increasing, 16:17-8
Made in Canada policy, 9:29-30; 14:57, 61-2
OPEC 1973 increases, 9:39
True value, determining, 17:17-9

Oil and oil products—*Cont.*
Prices—*Cont.*
World levels, Canada moving towards, 9:34; 14:63-7; 15:22-3, 49; 16:30; 17:6, 22-3; 20:7-8; 21:16; 29:60
See also Alcohol fuels; Alternative energy; Natural gas—Pricing structure
Production, 3:9; 34:38-9
Quebec consumption, 11:29
Refineries
Adjusting technology in order to diversify to other liquid fuels, 30:39
Come-by-Chance, Nfld., 34:22-3
Upgrading, conversion from residual to light oil products, 1:42-3; 34:18-20, 26-7, 40-1
Waste heat utilized, 11:38
Self-sufficiency, 20:19-20; 30:34
Advantages, 26:82-4
Demand reduction impact, 26:45, 73-4
Dollar exchange rate effects, 26:74-5
Employment impact, 26:68-71, 87-8
Frontier sources contributing towards, 9:70-1, 85-7, 91-2; 26:44-5, 53-8
Inflation relationship, 26:62-5, 88-9
Pricing policy affecting, 9:60-2; 26:45-52, 58, 65-8
Provinces, impact on, 26:80-2
Public debt, impact, 26:75-80
Trade balance, impact on, 26:71-2
Substitution, 1:42; 12:7-8; 21:10
Coal conversions, 19:18-9; 29:62
Cost comparisons, environmental impact, etc., 1:46, 71-3
Electrical conversions, 6:8; 11:32-3; 13:23; 18:19-20
Propane gas conversions, 29:8
Time restrictions, estimating, 12:18-9
Wood fuel conversions, 20:43-4; 21:30; 25:7
See also Natural gas; Petrochemical industry—Feedstocks; Railways
Substitution (off-oil) program 9:26, 30; 14:49; 16:29; 20:9-10, 34; 22:22-3; 30:41
Conservation program *in lieu* of, 16:12-3
Funding, 30:42
Homeowners conversion grants, national energy program initiative, etc., 30:43-7, 66-7
Reward system for actual oil reduction, introducing, 20:42
Solar energy applicability, 28:24-5
See also Conservation
Supplies
Declining, 9:6-7, 82-3, 92-3
Depleted, options afterwards, 15:29
Federal/provincial responsibility, 20:27
Forecasts, 36:22, 30
Energy Board, 34:36-8
Oil industry's 1972-1973 surveys, incorrect, public credibility problem, etc., 9:80; 15:48
New, developing, 1:42; 34:7
Public credibility problem, 17:19-20; 21:10-1
Security threatened, 19:18; 20:6-7
Shortages forecasted, public reaction, 20:16-7
Storage capacity, P.E.I., 20:23-4
Storage, IEA requirements, 34:39
United States *Global 2000 report*, 13:11
Transporting, advantages, 11:39
Waste oil recovery project, 15:6, 12, 16, 26-7
See also Agriculture; Biomass energy; Coal—Liquicoal; Electricity—New Brunswick; Gasoline; Hydrogen; Transportation

Oil industry
Canadian ownership, 14:64

Oil industry—*Cont.*
Investment policies, 14:71
Multinational companies, *see* Alcohol fuels—Farms producing
Profits, exorbitant, 14:62-3
Profits, reasonable rate of return on investments, 26:84-5
Public credibility, *see* Oil and oil products—Supplies, Forecasts
See also Conservation; Induction heating of solid fossil fuels; Petrochemical industry

Onakawana Development Limited, 13:41
See also Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Ontario, *see* Electricity; Hydrogen; Solar energy; Waste conversion; Wood fuel—Poplars

Ontario Hydro, *see* Conservation; Housing—Insulation; Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Orders of reference, 1:3; 23:3; 37:3
See also Committee—Investigatory powers

Organization of Petroleum Exporting Countries (OPEC), *see* Oil and oil products—Prices

Organizations/individuals appearing and briefs submitted
Agriculture Department, 25:25-55
Allen-Drerup-White Limited, 13A:57-83
Association of Consulting Engineers of Canada, 29:58-80
Atomic Energy of Canada Limited, 6:16-7
Balu, Mr. André, 11:8-21; 11A:1-54
Biomass Energy Institute Inc., 17:25-38; 17A:13
Canada Centre for Mineral and Energy Technology (CANMET), 10A:54-163
Canadian Combustion Research Laboratory, 10A:137-163
Canadian Energy Development Systems International, 28:27-37
Canadian Federation of Agriculture, 27:27-55
Canadian Institute of Planners, 18A:14-52
Canadian National Committee, World Energy Conference, 24:20-38
Canadian Renewable Energy News, 9:5-32; 9A:1-26
Canadian Solar Industries Association, 28:4-26
Chemical Institute of Canada, 23:6-25
Circul-Aire (Eastern) Incorporated, 11:75-8
Coal Association of Canada, 27:4-26
Co-generation Associates Limited, 10:5-25; 10A:1-22
Coreco Inc., 11:37-49; 11A:112-63
Crossroads Resource Group, 17:39-50; 17A:14-24
Davis, Hon. Jack, 14:54-77; 14A:13-49
Dumont, Mr. R.S., 16:22-36; 16A:10-5
Duomo Imports Ltd., 12:20-9; 12A:3-4
Ecology Action Centre, 19:54-8
Economic Council, 9:32-67; 9A:27-42; 26:44-91
Electric Vehicle Association of Canada, 30:5-32
Emberley, Mr Kenneth, 17:47-50
Energy Board, 5:5-16; 8:8-22; 34:4-41
Energy, Mines and Resources Department, 1:29-75; 6:23; 26:6-17; 30:33-75; 31:4-38
Energy Probe, 22:5-41
Energy Systems Limited, 12:35-45
Enerplan, 13A:57-83
Environment Department, 5:16-7; 8:4-17, 20-4; 8A:1-2; 26:17-43; 26A:1-51; 37A:3-10
F.T. Fisher's Sons Ltd., 11:49-74; 11A:130-220
Friends of the Earth, 10:25-51; 10A:23-53
Gas Métropolitain Inc., 11:21-36; 11A:55-111
Hare, Dr. Ken, 34:41-63
Hay River and Area Economic Development Corporation, 18A:65-7
ICG Scotia Gas Ltd., 19:26-38; 19A:29-41
Immen, Mr. Wallace, 17A:25-6
Imperial Oil Limited, 9:68-97; 9A:43-60

Organizations/individuals appearing and briefs...—*Cont.*
Inertia Group Ltd., 13A:57-83
Institute of Man and Resources, 20:30-46; 20A:43-79
Inter-City Gas Corporation, 29:4-30
InterGroup Consulting Economists Ltd., 29:9-10, 13-5, 22-4, 27-30
Jacques A. Khouri & Associates, 14:7-24; 14A:1-7
Lalonde, Hon. Marc, 30:33-42, 50-75; 30A:1-13; 37A:1-2
Lawrence Livermore National Laboratories, 35:6-50
MacDonald, Mr. H.F., 20:46-53; 20A:80-93
MacGregor, Mr. C.J., 34:63-78
Major & Martin, 11:30-1, 34
Marinetech Laboratories Ltd., 14:77-85; 14A:50-9
McKenzie, Mr. D. Ian, 13:25-37; 13A:40-56
Miller, Mr. C.H., 19:39-49; 19A:42-57
Mohawk Oil Co. Ltd., 15:5-34; 15A:1-3
Morrison, Mr. William D., 13:31-5
National Research Council, 2:7-50; 2A:1-48; 3:4-38; 3A:1-25; 4:6-39; 4A:1-19; 6:5-32; 6A:1-18; 7:4-38; 7A:41-62; 34:5-28
New Brunswick Development Institute, 21:5-17; 21A:1-15
New Brunswick Federation of Agriculture, 21:17-25; 21A:16-24
Newfoundland Light and Power Co. Limited, 18:15-30; 18A:68-86
Northwest Territories, 18A:53-64
Nova, An Alberta Corporation, 15:35-49; 15A:4-26
Onakawana Development Limited, 13:41-7
Ontario Hydro, 8:25-47; 8A:3-34
Oromocto, N.B., 21:25-36; 21A:25-35
Porter, Professor Arthur, 13:11-25; 13A:4-39
Prince Edward Island Energy Corporation, 20:5-30; 20A:1-42
Procos, Mr. Dimitri, 19:49-54; 19A:58-60
Renewable Energy in Canada, 13A:57-83
Royal Architectural Institute of Canada, 32:4-32; 32A:1-50
Saskatoon Environmental Society, 16:5-22; 16A:1-9
Scotia Liquicoal Limited, 19:5-26; 19A:1-28
Scott, Professor David, 29:31-58
Shawinigan Energy Consultants Limited, 9:97-115; 9A:61-73
Solace Energy Centre, 14:24-30; 14A:8-12
Solar Applications and Research, 14:46-53
Solar Energy Society of Canada Inc., 17:5-25; 17A:1-12
South Okanagan Civil Liberties Society, 14:85-92
Transport Department, 36:4-31
Trinity Solar Project, 12:30-5, 40-1
Union Gas Limited, 12:5-20; 12A:1-2
University of British Columbia, 14:30-45
Ward, Mr. G.B., 25:4-24
Werenskiold, Mr. B.E., 13:4-11; 13A:1-3
Young, Mr. Bruce, 14:92-4
Yukon Territory, 18A:1-13

Oromocto, N.B., *see* Conservtion—Municipal programs; District Heating; Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Overend, Dr. Ralph P. (Biomass Program Manager, National Research Council)
Alternative energy and oil substitution, 3:4-38; 33:15-6

Oxygen, *see* Hydrogen—Production processes, By-products

PASEM, *see* Program of Assistance to Solar Equipment Manufacturers

PERD, *see* Panel for Energy Research and Development

PUSH Program, *see* Solar energy

Page, Mr. G.T. (President, Coal Association of Canada)
Alternative energy and oil substitution, 27:5-26

Panel for Energy Research and Development (PERD), *see* Research and development

Pant, Dr. Bhuvan C. (Circul-Aire)
Alternative energy and oil substitution, 11:75-8

Paproski, Mr. Dennis (Director, Seventeenth Review, Economic Council)
Alternative energy and oil substitution, 9:65-6

Passmore, Mr. J. (Features and International Editor, Canadian Renewable Energy News)
Alternative energy and oil substitution, 9:5-32

Patents, *see* Imperial Oil Limited; Research and development

Peat, *see* Biomass energy

Perkins, Dr. B. (Director, Regional Development and Analysis Directorate, Regional Development and International Affairs Branch, Agriculture Department)
Alternative energy and oil substitution, 25:33-4, 38-43, 47-8

Petro-Canada, *see* Canertech

Petrochemical industry
Developing countries utilizing technology, 23:9-10
Feedstocks
Hydrocarbons/biomass, 23:17-8
Oil substitutes, developing, 23:6-11
See also Alcohol fuels; Biomass energy; Coal; Oil and oil products
Government involvement, 23:9
Oil industry relationship, 23:14
Quebec, establishing, 11:35
Research and development, 23:15-6
Textile by-products, value added from initial starting material, 23:11-2
See also Agriculture—Fertilizers; Natural gas

Photovoltic electric cells, *see* Fuel cells; Solar energy—Electricity

Pigs, *see* Biogas fuel

Ploeg, Mr. J. (Head, Hydraulics Laboratory, National Research Council)
Alternative energy and oil substitution, 7:4-28, 31-8

Poetschke, Mr. L.E. (President, Scotia Liquicoal Limited)
Alternative energy and oil substitution, 19:9-17, 20-6

Population, growth rate, 16:15; 35:7-8, 35

Portelance, Mr. Arthur (L—Gamelin)
Agriculture, 25:45-7
Alcohol fuels, 3:28-9; 10:46-7; 15:25-6
Alternative energy and oil substitution, 2:5-7, 21-3, 31-3; 3:28-9, 37-8; 4:6, 27-32, 39; 6:18-20, 32; 7:4; 8:9-12, 35-7, 40, 48; 9:19, 47, 63, 76, 89-90, 106-8; 10:41-2, 46-7, 11:17-9, 31-5, 44-5, 78; 12:11-2, 39-40, 45; 13:48-9; 14:21-2, 29-30; 15:25-6, 41-2, 49; 16:35-6; 17:20-2, 50; 18:6, 25-6, 30; 19:16-7, 32-3, 46-7, 58; 21:34; 22:17, 22, 38-9; 23:11-2, 33; 24:8-9; 25:17-8, 44-7; 26:14, 43; 27:19-21; 28:23-5; 29:22-4, 55, 73; 30:13, 24-30, 55-9; 31:20-1, 30-3; 32:4, 21-5, 32; 33:13-5; 34:21-2, 32-6, 50; 35:41-5; 36:26-8
Atomic energy, 22:38-9
Automobiles, 25:17; 30:24-30; 35:41-2
Biogas fuel, 11:17-8
Biomass energy, 3:28
Buildings, 32:22-4
Coal, 19:16-7; 27:19-21
Committee
Advertising for purpose of inviting submissions, M., 2:5
Staff, M., 11:3
Translation services while travelling, M., 11:3
Travel, M., 11:3

Portelance, Mr. Arthur—*Cont.*
Conservation, 32:24-5
District heating, 9:107
Electricity, 16:35-6; 17:20; 34:21-2
Energy, 9:63, 76; 29:73
Fuel cells, 29:55
Fusion energy, 35:42-5
Gasoline, 15:26; 22:17
Geothermal energy, 26:14
Heat pumps, 8:35-7, 40; 13:48-9
Housing, 18:26
Hydrocarbons, 34:50
Hydroelectric power, 14:29
Hydrogen, 6:18-20
Liquid heat transported by trucks, 11:45
Methanol, 29:22-4; 30:55-7; 31:32; 34:32-4; 36:26-8
National Research Council, 33:13-4
Natural gas, 11:32-4; 12:11-2; 15:41-2, 49; 19:32-3
Oil and oil products, 9:47; 11:33; 15:49; 22:22; 34:32
Organization meeting, 1:7-23
Petrochemical industry, 23:11-2
Points of order
Acting Chairman, appointment, M., 32:4
Documents, appending to minutes and evidence, Ms., 3:37-8; 6:32; 7:4; 8:48; 9:19; 10:3; 11:78; 13:3; 15:3; 16:36; 18:6, 30; 19:58; 21:3; 26:43; 32:32
In camera meetings, transcript, M., 17:50
Meetings, scheduling, M., 2:6
Renewable energy, 30:57-8
Research and development, 31:20-1, 30-2
Solar energy, 4:27-32; 9:89-90; 10:41-2; 12:39-40; 14:21-2; 17:20-1; 22:38; 24:8-9; 28:23-5; 29:73
Tidal energy, 8:9-12; 22:38; 25:17-8; 30:58; 34:34-5
Underground construction, 23:33
Wind energy, 2:21-2, 31-3; 14:29-30; 18:25; 19:46-7

Porter, Professor Arthur (Private citizen)
Alternative energy and oil substitution, 13:11-25

Post, Dr. Richard (Lawrence Livermore National Laboratories, California, U.S.A.)
Alternative energy and oil substitution, 35:11-20, 33-4, 37-8, 42-8

Potatoes, *see* Alcohol fuels—Ethanol

Pratte, Dr. B.D. (Research Officer, Hydraulics Laboratory, National Research Council)
Alternative energy and oil substitution, 7:21-2, 26-7, 36-7

Preston, Dr. Ross (Director, CANDIDE Research Group, Economic Council)
Alternative energy and oil substitution, 9:35-67; 26:48-83, 87-90

Prince Edward Island, *see* Alcohol fuels—Ethanol, Potato culls; Charlottetown; Conservation; District heating—Charlottetown; Electricity; Energy—Demand/supply—Pricing; Energy policy; Housing—Insulation program; Methanol; Oil and oil products—Supplies, Storage capacity; Renewable energy; Transportation; Waste conversion; Wood fuel

Prince Edward Island Energy Corporation, 20:11-2
See also Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Procedure and decisions of the Chair
Acting Chairman, appointment
Chairman designating when absent, M. (Mr. Rose), 1:8, agreed to
M., 30:3, agreed to
M. (Mr. Portelance), 32:4, agreed to
Adjournment, M. (Mr. Rose), 23:4, agreed to
Chairman's rulings, Clerk authorized to print, 6:3

Procedure and decisions of the Chair—*Cont.*
Documents
Appending to minutes and evidence
M., 37:7, agreed to
Ms. (Mr. Gurbin), 2:18-9, agreed to; 2:46, agreed to, 5; 4:19, agreed to; 9:115, agreed to; 12:3, agreed to; 17:50, agreed to; 30:42-3, agreed to
Ms. (Mr. MacBain), 9:97, agreed to; 10:14, agreed to; 14:95, agreed to; 20:3, agreed to
M. (Mr. McCauley), 37:8, agreed to
Ms. (Mr. Portelance), 3:38, agreed to; 6:32, agreed to; 7:4, agreed to; 8:48, agreed to; 9:19, agreed to; 10:3, agreed to; 11:78, agreed to; 13:3, agreed to; 15:3, agreed to; 16:36, agreed to; 18:6, 30, agreed to; 19:58, agreed to; 21:3, agreed to; 26:43, agreed to; 32:32, agreed to
Ms. (Mr. Rose), 7:38, agreed to; 10:3, agreed to; 14:53, agreed to
Briefs submitted by organizations, filing before appearance, 23:5-6
Purchasing, Clerk authorized as directed by Chairman, M. (Mr. MacBain), 1:20-1, agreed to
Election of Chairman, M. (Mr. Portelance), 1:7, agreed to
Exhibit, filing with Clerk, 16:3
In camera meetings, 1:5-6; 3:3; 6:3; 11:3-5; 18:3; 35:3; 37:4-21
Chairman authorized to hold after consultation with opposition parties, M. (Mr. Gurbin), 1:14-7, agreed to
M. (Mr. Gurbin), 27:56, agreed to
M. (Mr. MacBain), 7:39, agreed to
M. (Mr. Portelance), 1:10, agreed to
Transcript for Committee use only, 1:15
Ms., 18:3, agreed to; 37:19-20, agreed to
M. (Mr. Gurbin), 1:6, agreed to
Ms. (Mr. MacBain), 1:17, agreed to; 35:5, agreed to
M. (Mr. McCauley), 21:3, agreed to
M. (Mr. Portelance), 17:50, agreed to
Meetings, rules governing public meetings, distributing, M. (Mr. MacBain), 11:3, agreed to
Meetings, scheduling, 1:9-10, 24-5; 5:4
Canertech, Ms., 37:7-8, agreed to
Ms., 1:6, agreed to; 2:3, agreed to; 37:8, agreed to
M. (Mr. Gurbin), 11:5, agreed to
M. (Mr. Portelance), 2:6-7, agreed to, 4
M. (Mr. Rose), 1:5, agreed to
Minister, Chairman requesting information from, M. (Mr. Gurbin), 11:4, agreed to
Motions, notice when vote is to be taken, M. (Mr. Portelance), 1:17-8, agreed to
Photographing members with permission of Committee, 1:7-8
Printing, minutes and evidence, M. (Mr. McCauley), 1:12, agreed to
Proceedings, filming permitted during brief adjournment, 15:13; 17:25; 21:9-10
Questioning of witnesses
Committee advisers allowed to participate with permission of Committee, M. (Mr. MacBain), 1:18-20, agreed to
Confidential information requested, *in camera* meeting proposed, 34:10-1
Interrupting statements, 29:33
Order of reference, beyond scope, 9:82
Outside group requesting permission, M. (Mr. MacBain), 35:43, agreed to, 3
Political in nature, should be answered by minister, not official, 1:75
Quorum, meeting and printing evidence without, M. (Mr. MacBain), 1:12-4, agreed to
Reports to House
Adopting, Ms. 37:15, 20-1, agreed to
Adopting, M. (Mr. MacBain), 21:3, agreed to

Procedure and decisions of the Chair—*Cont.*
Reports to House—*Cont.*
Final, date designated, M., 37:15, agreed to
Witnesses
Appearance before Committee, requesting
Chairman authorized to invite, M. (Mr. Corbett), 1:17, agreed to, 4
Private citizens *vs* governments, equality of opportunity to appear, 20:46-7
Provincial energy ministers, M. (Mr. Corbett), 11:3-4, agreed to
Expenses, Committee paying, 17:42
M. (Mr. MacBain), 1:23, agreed to
M. (Mr. McCauley), 6:3, agreed to
Questioning Committee, permitted, 20:3, 53

Procos, Mr. Dimitri (Associate Professor, and Head, Urban and Rural Planning Department, Technical University of Nova Scotia)
Alternative energy and oil substitution, 19:49-54

Program of Assistance to Solar Equipment Manufacturers (PASEM), *see* Solar energy

Propane gas
Atlantic provinces, market potential, 29:16
Home heating fuel, feasibility, 15:16-7
Marketing, 1:42; 12:14
Pipeline, eastern Canada, 34:8
Pricing structure, tying to natural gas, 29:8
Supply, 15:27; 29:12-6
Transportation vehicles utilizing, 9:69; 15:12; 29:7-8, 13, 29-30; 30:40; 36:10
Defence Department experiment, 3:37
See also Oil and oil products—Substitution

Public attitudes, *see* Social attitudes

Pulp and paper industry
British Columbia, energy consumption, 14:30-1
See also Electricity—Private production; Wood fuel—Waste wood

Purchase and Use of Solar Heating (PUSH) Program, *see* Solar energy

Quebec, *see* Biomass energy—Peat; Electricity; Natural gas; Oil and oil products; Petrochemical industry; Renewable energy; Wind energy—Projects, Îles-de-la-Madeleine

Quebec and the Maritimes Pipeline, *see* Natural gas

RRAP, *see* Residential Rehabilitation Assistance Program

Radiation, *see* Fusion energy; Solar energy

Railways
Electrification, oil displacement, 22:39; 26:40; 30:15; 34:54
See also Conservation

Ramsden, Mr. J. (Treasurer, Canadian Solar Industries Association)
Alternative energy and oil substitution, 28:22-3

Rationing, *see* Energy—Emergency planning

Recycling plants, *see* Conservation

Redhead, Dr. P.A. (Director, Division of Physics, National Research Council)
Alternative energy and oil substitution, 2:33-50; 33:20; 35:44

Regina, *see* Geothermal energy

Renewable energy, 10A:23-52
Advantages/disadvantages, 10:38-9; 22:7-9, 14; 26:20, 42-3

Renewable energy—*Cont.*
Balance of international payments, impact on, 10:50
Cost comparison with non-renewables, 30:68-70
Dependency, future desirability, 10:27-9; 11:36; 12:7; 16:19-20; 17:7-9; 23:16-7, 21-2; 32:10
Development, 10:37-8; 12:8; 14A:8-12; 17:44; 17A:13; 19:56
Linked to abandoning "hard energy path", 10:39-40
Provincial governments not enthusiastic, 22:27
Energy demand growth rates, relationship, 10:30-1; 20:31
Feasibility, 10:31-4
Federal-provincial demonstration agreements, 1:34-6; 30:36, 57-8
Government funding, 30:49
Prince Edward Island potential, 20A:43-79
Priority items, 10:41
Quebec resources, self-sufficiency potential, 10:36-7
Research and development, 1:34; 17:10; 22:35
Demonstration projects preferrable, 9:19
Funding, inadequate, 9:15, 25; 26:33; 37A:3
Government funding, 20:33-5; 30:36-7
Social attitude as major obstacle, 10:31, 34
Sources, 1:37
Supplies, 17:14
Technology, development necessary in order to prevent importation of unsuitable material, 9:18
Technology, public access, 20:54
Total energy needs, proportion of, actual/forecasted, 1:32-3; 9:7; 10:32; 12:6; 15:24; 17:38; 25:12, 21-2; 26:19-23, 26
See also Energy—Demand forecasts, Conservation; Transportation fuels

Renewable Energy in Canada, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Reports to House, 22:4; 37:3; 37A:11-538

Research and development, energy
Demonstration projects, encouraging, 36:21
Energy, Mines and Resources Department involvement, 33:22
Government expenditures, 31:5-7, 20-1
Allocations, decision-making process, 31:22-4; 33:10-1
Contracting-out programs, 29:70, 77-9; 31:10; 33:26
Goal, 1.5% of GNP, 33:22-5
Other countries, comparison, 33:5-6, 21
Regionally concentrated, 29:69; 31:30-2
Institute, establishing, 31:14
Manpower shortages, 31:10, 16
National Research Council involvement, 33:7-8, 13-4, 18-22, 25-6
Panel for Energy Research and Development (PERD), 31:18-22; 33:11-2, 27-8
Patents owned by foreign companies after receiving government funding, 31:29-30
Priorities, establishing, 31:28-9
Private sector
Government assistance proposals, 29:63-4; 31:15
Government relationship problems, 29:68-73
Small involvement due to foreign subsidiaries reliance on parent firms, 33:6-7
Returns, evaluating, 31:16
Sweden monitoring commission, 31:35-6
See also Agriculture—Energy research and development; Alternative energy; Atomic energy; Automobiles—Electric vehicles, Batteries; Biomass energy; Buildings—Design research; Chemical Research Applied to World Needs (CHEMRAWN) Conference; Co-generation; Conservation; Electrochemistry; Fusion energy; Hydrogen; Liquid fuels; Natural gas; Office of Energy Research Development; Petrochemical industry; Renewable energy; Solar energy; Transportation fuels; Wind energy

Residential Rehabilitation Assistance Program (RRAP), *see* Housing

Ripley, Mr. W. Clair (Mayor, Oromocto, N.B.)
Alternative energy and oil substitution, 21:25-35

Robertson, Mr. E.E. (Biomass Energy Institute Inc.)
Alternative energy and oil substitution, 17:26-38

Robinson, Mr. D.L. (Senior Scientific Adviser, Environmental Conservation Service, Environment Department)
Alternative energy and oil substitution, 26:30-1

Robinson, Mr. J. (Researcher, Friends of the Earth)
Alternative energy and oil substitution, 10:25, 30-4, 43-6, 49-51

Roots, Dr. E.F. (Science Adviser, Environment Department)
Alternative energy and oil substitution, 26:22-3, 29, 32-4, 42-3

Rose, Mr. Mark (NDP—Mission-Port Moody)
Agriculture, 17:36; 27:43
Alcohol fuels, 15:21-2, 29; 27:38-43
Alternative energy, 3:19; 6:24-5; 7:24-5, 35-7; 8:17-20
Alternative energy and oil substitution, 1:52-7; 3:14, 17-22, 26-33, 37; 4:5-7, 11, 19-24; 5:8, 16-8; 6:24-5, 31-2; 7:8-11, 17, 22-8, 32, 35-8; 8:8, 11, 15-26, 30, 39-44; 9:17, 27-30, 38, 41-9, 52-4, 57-62, 67, 79-84, 106-10; 10:14-6, 36, 42-4; 11:15-7, 27-32, 48-9, 55, 61-5; 12:6-10, 27-9, 42-4; 13:9-11, 21-3, 30-1, 40, 46-7; 14:16-21, 40-4, 51-3, 62-5, 75-7, 90-1; 15:20-4, 29-30, 35-40, 48-9; 16:16-8, 33-5; 17:16-20, 24-5, 36-8, 41-2, 45-7; 22:11, 14, 17, 20-8, 34; 23:14-7, 20, 34-5; 26:9-12, 37-41, 46-7, 50-82; 27:38-44, 47; 29:33, 41, 44, 52-3; 30:7, 13-8, 23-5, 44-50, 67-71; 31:11, 15, 19-20, 24-30, 35-6; 33:6-7, 12-3, 17-21; 36:25, 28-9
Atomic energy, 13:21; 14:90; 30:47
Automobiles, 22:26; 30:7, 16-8, 23-5; 36:29
Biogas fuel, 3:31-2; 11:15-7; 17:38; 27:47
Biomass energy, 3:18-21, 32; 17:37
Canertech, 31:35
Coal, 13:46
Co-generation, 10:15-6
Committee
Advertising for purpose of inviting submissions, 14:91
Investigatory powers, 16:17
Public accessibility, 17:41
Recommendations, 30:67
Role, 10:42-4
Standing committee preferred *in lieu* of special, 17:42
Studies, 9:49; 26:46-7
Ms., 11:4-5; 37:4
Travel, 4:5-6
Conservation, 1:53-4; 9:28-9; 13:21-2; 14:43-4; 16:16-8, 34; 17:45-6; 22:11, 24, 34; 29:52; 31:11, 33:17-8
District heating, 9:106-10; 10:15
Economic conditions, ECC forecasts, 9:38, 57-8
Electricity, 9:17; 11:29; 14:75-7
Energy, 1:56-7; 9:27-8, 44; 13:21, 40; 14:42, 77; 17:16-7, 45-7; 22:25; 26:39-41, 30:14, 48, 67-8
Energy policy, 1:52-6; 33:17
Environment Department, 26:37-9
Food, 9:62
Forest industry, 3:17-9, 26; 23:20
Fuel cells, 29:44
Fusion energy, 33:19-20
Gasoline, 9:67; 22:17; 36:28-9
Heat pumps, 8:25-6, 39-44; 13:30-1
Housing, 16:33-5; 22:20-3; 31:26-7
Hydrocarbons, 23:14-5
Hydroelectric power, 7:26-8
Hydrogen, 6:31-2; 29:53
Imperial Oil Limited, 9:81-2

Rose, Mr. Mark—*Cont.*
Induction heating of solid fossil fuels, 11:62-4
Insulation standards, 1:53-4
Liquid fuels, 3:20; 9:49
Liquid heat transported by trucks, 11:48-9
Methanol, 13:46-7
National Research Council, 7:23-4; 33:12-3
Natural gas, 11:28-32; 12:6-9; 14:40-1, 65, 15:35-40, 48-9; 17:8
Ocean energy resources, 7:8-11, 25
Oil and gas exploration, 9:82-3; 15:24, 36
Oil and oil products, 9:30, 41-3, 46-7, 52-4, 59-60, 79-84; 11:29; 12:7-8; 14:62-5; 15:22-3, 29, 38, 48; 16:17-8; 17:18-20, 24-5; 26:50-82; 30:44-7
Organization meeting, 1:7-9
Petrochemical industry, 23:14-6
Points of order
Adjournment, M., 23:4
Documents, appending to minutes and evidence, Ms., 7:38; 10:3; 14:53
Documents, briefs submitted by organizations, filing before appearance, 23:5-6
Questioning of witnesses, 9:82; 29:33
Witnesses, expenses, Committee paying, 17:42
Railways, 26:40; 30:15
Renewable energy, 12:7-8; 15:24; 17:38; 22:27; 23:16-7; 30:68-70
Research and development, 31:15, 19-20, 24-5, 28-30, 35-6; 33:6-7, 18-9
Solar energy, 4:19-23; 9:28, 79, 83; 11:61-2; 12:42-4; 14:16-21, 51-2; 16:35; 30:70-1
Thermal energy, 7:22
Tidal energy, 5:8, 16-8; 7:23, 26-7; 8:8, 11, 16-7, 20-4
Transportation, 30:49-50; 36:25
Underground construction, 23:34-5
Union Gas Limited, 12:9-10
Waste conversion, 12:28-9; 27:40-1
Wood fuel, 3:17, 21-2; 13:9-11; 14:41-2

Rossi processing plants, *see* Waste conversion

Royal Architectural Institute of Canada, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Ryan, Mr. Aidan F. (Assistant to General Manager, Newfoundland Light and Power Co. Limited)
Alternative energy and oil substitution, 18:17-29

St. Lawrence River, *see* Ocean energy resources—Salinity gradients

Saskatchewan, *see* Consumption; Geothermal energy—Regina project; Housing

Saskatoon Environmental Society, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Satellites, *see* Solar energy

Schneider, Dr. W. (Member, Chemical Institute of Canada)
Alternative energy and oil substitution, 23:6-25

Science Council, *see* Conservation

Scotchmer, Mr. P.G. (Director, Oil Policy Branch, Energy Board)
Alternative energy and oil substitution, 34:16-9, 22, 26, 31-2, 36, 39

Scotia Liquicoal Limited, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Scott, Professor David (Private citizen)
Alternative energy and oil substitution, 29:31-58

Scudamore, Mr. O. (Member, Energy Affairs Standing Committee, Association of Consulting Engineers of Canada)
Alternative energy and oil substitution, 29:66, 71, 77

Seaborn, Mr. J.B. (Deputy Minister, Environment Department)
Alternative energy and oil substitution, 26:17-21, 25-41

Selles, Mr. Henri (Crossroads Resource Group)
Alternative energy and oil substitution, 17:39-45

Sensible heat, definition, 11:40

Sewage, *see* Waste conversion

Shawinigan Energy Consultants Limited, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Ships, *see* Wind energy—Sailing ships

Silversides, Mr. C. Ross (Forestry Biomass Specialist, National Research Council)
Alternative energy and oil substitution, 3:14-7, 24-5

Simpson, Dr. J.H. (Solar Energy Program, National Research Council)
Alternative energy and oil substitution, 4:27

Slater, Mr. David W. (Chairman, Economic Council)
Alternative energy and oil substitution, 26:44-7, 51-73, 76-91

Smith, Professor Frank (Chemistry Department, Memorial University of Newfoundland)
Alternative energy and oil substitution, 18:6-15

Smith, Mr. Hugh K. (Counsel, ICG Scotia Gas Limited)
Alternative energy and oil substitution, 19:26

Snape, Dr. Frank (Director, Solar Projects, Public Works Department)
Alternative energy and oil substitution, 24:4-19; 30:70

Social attitudes, *see* Alternative energy; Atomic energy; Co-generation—Obstacles; Conservation; Renewable energy

Socio-economic impact, *see* Alternative energy

Soft energy path, *see* Energy

Solace Energy Centre, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Solar Applications and Research, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Solar energy
Active systems, 4:14; 13A:9-14
Advantages/disadvantages, 4:8-9, 18; 11:39, 53, 61-2; 12:42-3; 14:7-8
Applications, 4:8-9; 28:21
Agricultural, greenhouse heating, etc., 4:16, 24; 18:6-15
Atomic energy comparison, 4:30-1; 12:33; 22:37-8; 28:14
Background, 4:10
Back-up systems, necessity, 4:26; 13:13; 14:12; 16:35
Building codes, establishing on voluntary basis, 14:13, 20
Climatic considerations, sunshine hours, temperatures, etc., 9:78-9; 12:38; 14:8, 11-2; 28:21-6
Construction industry role, 4:28-9
Development, 1:37; 17A:1-12, 25-6; 20:53-4; 35:10, 32
Agency co-ordinating, establishing, 28:13-4, 18-9
Athabasca oil sands comparison, 28:22-3
Automobiles, comparison, 4:31-2
Employment generated, 28:8; 29:65-7
Lead-time required, 12:37-8
Minor role in future, 29:66-7

Solar energy—*Cont.*
Development—*Cont.*
Oil and gas prices, effect, 14:59
Economic feasibility, 1:33-4; 4:11; 9:75-9; 10:41-2; 12:43; 13:13-4; 14:8-10, 16-7; 28:8-9
Electrical utilities, integrating with, 17:20-2
Electricity, photovoltic cells generating, 4:17, 27; 13:14, 19; 13A:14-7; 24:27; 28:17-8, 30-1; 31:12, 15-6; 35:35-6
See also below Satellites
Energy Systems Limited involvement, 12:41-2
Environmental aspects, 4:24-5; 14:23-4; 34:53
Equipment
Consumer protection, 4:12
Costs, 9:74; 17:17; 28:9-10
Design sensitive, 4:10
Durability, 4:10, 36; 24:10-3, 18; 28:10
Imports, 14:21-2
Installation, 4:10
Monitoring, 4:37
Standardization, 4:10, 20; 12:43-4; 24:13-4; 28:26
Water/anti-freeze/air systems, 4:29-30
Exporting technology, 17:44; 24:8-9; 28:8, 17
France, 28:14, 23-4
Government assistance, requesting tax cuts, etc., 4:19; 9:78; 12:38-9; 13:47-8; 14:9-10, 13-4, 19-23, 50; 17:10, 49; 24:12-3; 28:12-3, 16-7
Government interdepartmental committee, 24:11-2
Governments, plurality of responsibilities, 4:12, 25-6
Heliostats and concentrating collectors, 4:21-2; 24:27
Hot water systems for domestic needs, 4:15, 33-4; 9:73; 14:26; 17:8; 22:22
Housing, solar designs incorporated, resale problems, etc., 4:20-1, 38; 24:14
See also below Passive heating systems
Industrial heating, 4:15-6; 14:19, 26
Workwear Limited, Brantford, Ont., 4:37
Industry, developing, 4:32; 7:20; 14:11, 14-5; 14A:1-7; 24:4-5, 12; 28:4-8, 13-5; 29:61; 30:37-8
Industry, size, 28:10-2
Market research, 12:44-5; 14:10; 28:11
National Research Council involvement, 4A:1-19
Ontario supply, forecasted, 12:37, 40
Passive heating systems, 4:13-4; 9:28, 75; 25:9-11
Photovoltics, *see above* Electricity
Program of assistance to solar equipment manufacturers (PASEM), 1:35; 4:32; 24:5-10, 14-20; 28:11; 30:70-1
Projects, 4:7
Public awareness, 4:12
Purchase and use of solar heating (PUSH) program, 1:35-6; 4:32; 14:15-6; 17:12; 24:5-10, 14-8; 28:11, 15-6
Radiation levels, average, 4:6-7
Research and development, 4:9-11; 28:15
Funding, 4:22-4
Imperial Oil Limited involvement, 9:71-4, 77, 83, 93-5; 9A:47-60
Exxon Corporation (U.S. parent firm), relationship, 9:89-90
Residential heating, 4:34-6; 14:8; 28:6; 29:66
Construction conservation features improving, 14:18-9, 22-3
Oil consumption reduction, 14:9-11, 51-2
Remodelling techniques, 14:47
Right-to-light legislation, 1:67; 4:12; 24:19
Saskatchewan Conservation House, *see* Housing
Satellites generating electricity through photovoltics and transmitting to earth, 4:17, 25
Space heating, 4:16-7; 9:73
Sweden, 29:73-4
Swimming pool heating, 4:14-5; 14:25-6; 17:8; 24:14
Total energy needs, forecasts, 1:64-5; 4:27-8, 39; 9:69; 14:17-8

Solar energy—*Cont.*
Trinity solar project, Anglican Church involvement, demonstration sites in London, Moosonee and Dundas, Ont., 12:31-9
United States situation, 9:89-90; 24:18; 28:12-3, 19-21; 32:11
Utility companies role, 4:11-2, 20, 29
Tennessee Valley Authority, 4:26-7; 12:43
See also Committee—Travel; Heat pumps; Ocean energy resources—Thermal energy; Oil and oil products—Substitution (off-oil) program

Solar Energy Society of Canada Inc., *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Solwest 80 Joint Solar Conference, Vancouver, Aug. 6-10/80, *see* Committee—Travel

South Okanagan Civil Liberties Society, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Soviet Union, *see* Fusion energy—Projects, INTOR

Spruce budworm, *see* Wood fuel

Statistics Canada, *see* Consumption—Statistics

Stirling cycle engines, 14:77-85; 14A:50-9
See also Heat pumps; Housing—Heating systems

Stricker, Mr. S. (Research Division, Electrical Department, Ontario Hydro)
Alternative energy and oil substitution, 8:25-47

Sulfur, *see* Coal

Swain, Harry, *see* Conservation

Sweden, *see* Atomic energy; Conservation; Consumption; Housing—Energy efficiency; Research and development; Solar energy; Underground construction

Synthesis process, *see* Liquid fuels

Taylor, Dr. J. Brian (Program Co-ordinator, Hydrogen Energy, National Research Council)
Alternative energy and oil substitution, 6:5-32

Taylor, Dr. Tony (Director, Transportation Energy Branch, Energy Mines and Resources Department)
Alternative energy and oil substitution, 30:66

Taylor, Mr. Walt (Vice President, South Okanagan Civil Liberties Society)
Alternative energy and oil substitution, 14:85-92

Templin, Mr. R.J. (Laboratory Head, Low Speed Aerodynamics, National Research Council)
Alternative energy and oil substitution, 2:19, 28-9, 32-3

Textiles, *see* Petrochemical industry

Thermal energy
Environmental impact, 7:22-3
Waste heat from factories, etc., 1:50-1
See also Atomic energy; Electricity; Geothermal energy; Ocean energy resources

Tidal energy, 7:7; 8A:1-2
Annapolis river project, 5:17; 8:9-10, 21, 24; 30:59
See also below Fundy power project
Conservation relationship, 5:17-8
Development, 21:11
Advantages, 8:7
Canadian expertise, 7:20
Potential sites in world, 8:5

Tidal energy—*Cont.*
Economic feasibility, reliability of forecasts, etc., 7:36; 8:6-7, 14-7; 25:11, 22
Electricity generated
Energy displaced, 5:12-3
Factors determining, 5:15
Interaction with power systems of different mixes, 5:11-2
Storage capacity, 5:15-6
Funding, 7:23, 27; 8:20-1
Fundy power project, 9:26-7; 30:58-9
Annapolis river project, relationship, 8:12
Caisson construction, 5:7
Completion timeframe, 8:21-2
Economic feasibility, 5:13-6; 34:35
Electrical exports to U.S., 8:10-1
Electricity generated, forecast, 8:22-3
Environmental Assessment Review Process, 8:24
Environmental impact, 8:13-4; 25:17-8
Feasibility study, 1:39-40; 5:5-6
James Bay power development, comparison, 8:11-2
La Rance project, France comparison, 8:7-9, 16
Markets, 5:6, 9-12; 34:34-5
Minas Basin sites, 5:6
National Research Council involvement, 7:8-9, 33; 8:21
New England coast, environmental impact, 7:33-4; 8:13-4, 23
Generators, technological improvements forseen, 5:16-7
Generators, turbines, types, 5:8-9; 7:12-3, 26; 8:23-4
La Rance project, France, 5:6-7, 15; 8:5-6; 22:38; 29:77; 30:61
See also above Fundy power project
Low-head systems, developing, 1:70

Torrie, Mr. Ralph (Researcher, Friends of the Earth)
Alternative energy and oil substitution, 10:26-30, 48-50

Trade, *see* Oil and oil products—Self-sufficiency

Transport Department, *see* Energy; Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Transportation
British Columbia problems, 14:37-8
Car pooling, encouraging, 20:20
Conservation measures, 22:9; 36:5-6
Oil dependency, 36:5, 23
Prince Edward Island problems, 20:17
Speed limits, *see* Highways and roads
Subway systems as conservation measure, 23:40
Urban commuter services, 22:17, 26; 30:49-50; 36:24-5
See also Automobiles; Biomass energy; Electricity; Energy—Demand forecasts; Fuel cells

Transportation fuels
Alternatives, development, practical applications, etc., 36:6-11
Biomass producing, increasing dependency on, disadvantages, 25:53-4
Renewable sources, developing, 17:9-10
Research and development, 36:12-3
Timeframe for conversion from gasoline, 15:19-20
See also Alcohol fuels; Energy—Emergency planning; Gasoline; Hydrocarbons; Hydrogen; Methanol; Natural gas; Propane gas

Trinity Solar Project, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Tritium, *see* Fusion energy

Tweeddale, Mr. R.E. (Chairman, Energy Committee, New Brunswick Development Institute)
Alternative energy and oil substitution, 21:5-16

Underground construction
Canadian examples/opportunities, 23:29-31, 34-5
Climatic disadvantages, 32:30
Conservation measure, 23:27-8, 34, 37
Economic feasibility, 23:33, 36
Groundwater problems, 23:35
Health aspects, 23:31-2, 37-8
Kansas City, Mo., example, 23:28-9
Property rights, 23:38-9
Supply systems (water, sewage, etc.), 23:39-40
Sweden, examples, 23:30
Utilizing disused mines or new structures, 23:32
See also Atomic energy—Power plants

Union Gas Limited, 12:5, 9-10
See also Natural gas—Synthetic; Organizations/individuals appearing and briefs submitted

United Kingdom, *see* Britain

United States, *see* Alcohol fuels; Atomic energy; Automobiles—Electric vehicles; Coal; Conservation; Consumption; Electricity—Exports to U.S.; Fusion energy; Geothermal energy; Heat pumps—Purchases; Hydrogen; Oil and oil products—Supplies; Solar energy; Tidal energy—Fundy power project; Underground construction—Kansas City; Wind energy—Projects

University of British Columbia, *see* Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Uranium mining, *see* Native people

Urban transportation, *see* Transportation

Utility companies, *see* Co-generation; District heating; Natural gas; Solar energy

Vancouver Island, *see* Natural gas

Verri, Mr. Sal (President, Duomo Imports Ltd.)
Alternative energy and oil substitution, 12:27

Villion, Mr. Jean-François (Director, General Planning, Gaz Métropolitain Inc.)
Alternative energy and oil substitution, 11:31-5

Voisey, Mr. P.W. (Director, Engineering and Statistical Research Institute, Research Branch, Agriculture Department)
Alternative energy and oil substitution, 25:32, 36-46, 49-54

Vollman, Mr. K.W. (Director, Energy Resources Branch, Energy Board)
Alternative energy and oil substitution, 34:26-7, 33, 37-9

Ward, Mr. G.B. (Professor, University of New Brunswick)
Alternative energy and oil substitution, 25:4-24

Washington, D.C., *see* Committee—Travel

Waste conversion
Garbage incinerating plants, 21:35
See also below Prince Edward Island
Ontario efforts, 12:28-9; 25:11
Prince Edward Island garbage incinerating steam plant, oil import compensation program funds transferred to, etc., 20:9
Processing plants, Colborne, Ont., 27:33-4, 40-1
Rossi processing plants, 12:20-7; 12A:3-4
Sewage, methane gas produced from, 21:34-5
See also Biogas fuel; Biomass energy; District heating—European plants; Forest industry; Oil and oil products; Wood fuel

Waste heat, *see* Atomic energy—Thermal discharge; Co-generation—Electricity as product; District heating—Atomic energy plants—Sewers; Oil and oil products—Refineries

Water resources, national hydrology program, developing, 17:31; 26:29

Watershed Energy Systems Ltd., *see* Energy Systems Limited

Wave energy, *see* Ocean energy resources

Wells, Mr. Andrew (Executive Director, Institute of Man and Resources)
Alternative energy and oil substitution, 20:30-46

Werenskiold, Mr. B.E. (Private citizen)
Alternative energy and oil substitution, 13:4-11

Werger, Mr. M.S. (Secretary, Duomo Imports Ltd.)
Alternative energy and oil substitution, 12:20-9

Whitham, Dr. K. (Assistant Deputy Minister, Conservation and Non-Petroleum Sub-Sector, Energy, Mines and Resources Department)
Alternative energy and oil substitution, 1:29-75; 30:43-50, 56, 59, 65, 70

Wind energy
Advantages/disadvantages, features, etc., 2:7-10; 19:43-4
Augmenter devices, 2:27-8
Background, 28:29-30
Development, 19:40-1; 19A:42-57
Electricity generated, 13A:17-9; 14:27-9
Economic feasibility, 14:30
Interaction with power systems of different mixes, 2:25-6
Private production, utility companies purchasing surplus, 19:45; 20:29-30
Storage, 2:28-9; 13:15; 19:44-5
Total electrical needs, forecasted proportion, 2:14; 19:46-7
Industries involved, 2:8
Market potential, 2:8; 19:43
Measurements, maps, etc., 2:10-1
National Research Council
Involvement, 2:8-9; 2A:1-21; 33:14-5
See also below Projects, Îles-de-la-Madeleine
Newfoundland investigating feasibility, 18:25
Offshore stations, 19:48
Projects, 1:37-8; 2:15-7
Anglican Church involvement, 12:32-4, 40-1
Darrieus, megawatt vertical axis turbine proposed, 2:16-9
Denmark, Tvind project, 12:34
France, 2:32
Îles-de-la-Madeleine, Que., 230 kW vertical axis turbine, NRC-Hydro Quebec involvement, 2:7, 15-6, 19, 32; 19:48-9
United States, 2:17-8, 32
Research funding, 2:9, 27, 33; 28:31
Sailing ships, developing commercial, 19:47-8
Technological feasibility, 19:41-2
Turbines
Costs, comparisons to other energy sources, etc., 2:13, 19-21, 26-7, 30, 33; 19:42

Wind energy—*Cont.*
Turbines—*Cont.*
Environmental and health and safety aspects, 2:23-4; 19:42
Number forecast, 2:26
Performance predictions, 2:14-5
Small scale private use, 2:21-3; 19:45-8
Spacing between turbine stations, 2:24-5
Types, 2:11-3, 31-2; 19:45

Wolff, Mr. A. Olaf (Vice President and General Manager, Onakawana Development Limited)
Alternative energy and oil substitution, 13:41-7

Wood fuel
Electrical generation through combustion, 3:11
Fire killed timber, energy viability, 3:13
Gasification, 20:20-1
Hydrogenation process, *see* Liquid fuels—New sources
Hydrolysis, 3:21-2, 35
Plantations on marginal farmlands, 1:33
Poplars, developing fast growing hybrid, eastern Ont. experiments, etc., 3:12-7, 35-7; 20:15; 34:77
Prince Edward Island potential production, 20:21-2, 37-9
Residential usage, 14:26; 21:8-9
New Brunswick, 15:39
Spruce budworm damaged timber, energy viability, 3:13-4; 21:10
Stoves purchased annually, 1:33
Submerged logs, recovery and energy viability, 3:24-5
Waste wood, 20:16
Moisture content, heating value relationship, etc., 13:4-11; 13A:1-3
Pulp and paper industry utilizing instead of oil or natural gas, economic feasibility, etc., 14:31-4, 41-2
Residential heating or producing methanol, comparison of options, etc., 3:36-7; 13:8-9; 20:13
See also Forest industry
See also Oil and oil products—Substitution

Workwear Limited (Brantford, Ont.), *see* Solar energy—Industrial heating

World Energy Conference, *see* Canadian National Committee, World Energy Conference

Young, Mr. Bruce (Private citizen)
Alternative energy and oil substitution, 14:92-4

Youth, *see* Conservation

Yuill, Dr. Gren (Vice Chairman, Solar Energy Society of Canada Inc.)
Alternative energy and oil substitutiton, 17:5-25

Yukon Territory, *see* Energy policy; Organizations/individuals appearing and briefs submitted

Zimmerman, Mr. Bill (Research Director, Institute of Man and Resources)
Alternative energy and oil substitution, 20:39



If undelivered, return COVER ONLY to:
Canadian Government Printing Office,
Supply and Services Canada,
45 Sacré-Coeur Boulevard,
Hull, Québec, Canada, K1A 0S7

En cas de non-livraison,
retourner cette COUVERTURE SEULEMENT à:
Imprimerie du gouvernement canadien,
Approvisionnements et Services Canada,
45, boulevard Sacré-Coeur,
Hull, Québec, Canada, K1A 0S7

Available from the Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, Hull, Quebec, Canada K1A 0S9

NOV 3 1983